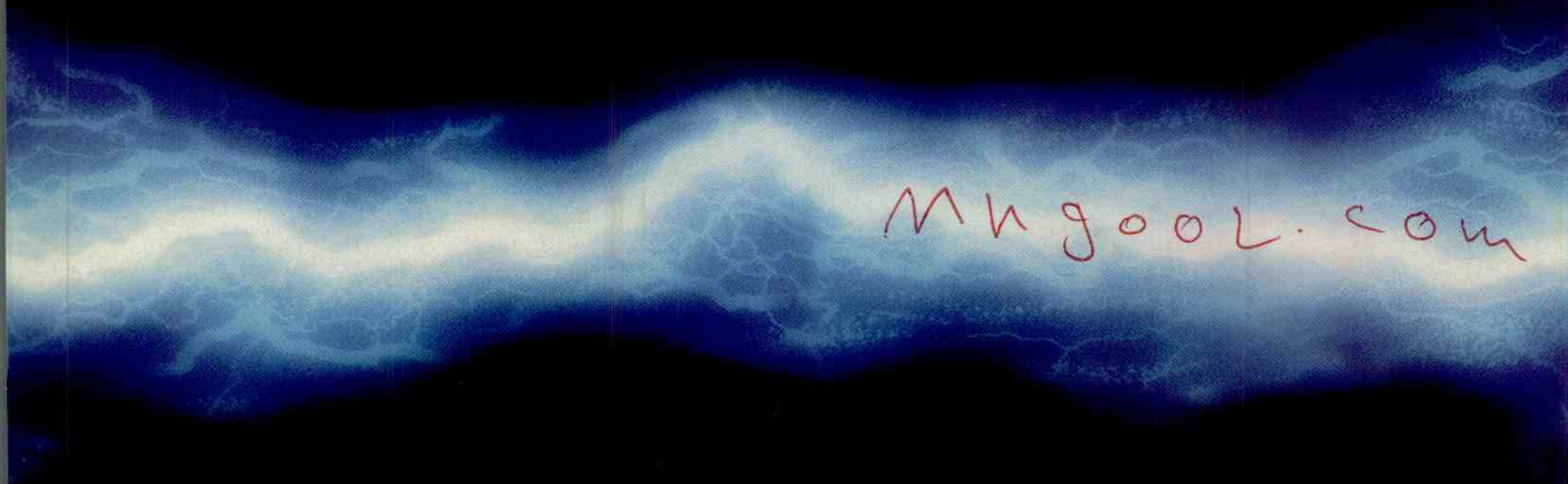
الموسوعة العلميّة الميسّرة

INTERNET-LINKED



Mngool.com

أكاديميا هي العلامة التجارية لأكاديميا إنترناشيونال للنشر والطباعة

ACADEMIA is the Trade Mark of Academia International for Publishing and Printing

الموسوعة العلمية الميسرة (المرتبطة بالإنترنت)

The Usborne Internet - Linked Science Encyclopedia

ISBN: 9953-3-0075-5

Copyright © Usborne Publishing Ltd. 2000

حقوق الطبعة العربية © أكاديميا إنترناشيونال 2002

Academia International أكاديميا إنترناشيونال
P.O.Box 113-6669 ص.ب.
Beirut 1103 2140 Lebanon بيروت، لبنان
Tel (01)800811 - (01)800832 - (01)862905 هاتف
Fax (961 1) 805478 فاكس
E-mail academia@dm.net.lb بريد إلكتروني

جميع الحقوق محفوظة، لا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب،
أو اختزال مادته بطريقة الاسترجاع، أو نقله على أي نحو،
وبأي طريقة، سواء كانت الكترونية أو ميكانيكية
أو بالتصوير أو بالتسجيل أو خلاف ذلك،
إلا بموافقة الناشر على ذلك كتابة ومقدما.

الموسوعة العلميّة الميسّرة

INTERNET-LINKED

هيئة الترجمة والتحرير

د. محمد دبس (رئيس التحرير)

عمر الأيوبي

حسّان ملص

جولي صليبا

أحمد زهوة

د. محمد الإسكندراني

Mugool.com

أكاديميا

بيروت - لبنان

المحتويات

6 ارتباطات الانترنت

المواد

10 البنية الذرية
14 الجزيئات
16 الجوامد والسوائل والغازات
18 تغيرات الحالة
20 كيف تتصرف السوائل
22 كيف تتصرف الغازات
24 العناصر
26 العناصر في الأرض
28 الجدول الدوري
30 الفلزّات
32 مجموعات الفلزّات
34 السبائك
36 الحديد والفولاذ
38 الفلزّات والسبائك الرئيسية
40 التآكل
42 اكتشاف الفلزّات
44 إعادة معالجة الفلزّات
46 الهيدروجين
48 الهالوجينات
50 الكربون
54 الكبريت
55 الفسفور

الأمزجة والمركّبات

58 الأمزجة
60 فصل الأمزجة
62 الهواء
66 المركبات
68 الترابط
72 الماء
76 التفاعلات الكيميائيّة
80 الأكسدة والإرجاع
82 الكهرلة (التحليل الكهربائي)
84 الحموض والقواعد
88 الأملاح
90 البلورات
92 الكيمياء العضويّة
96 الألكانات والألكينات
98 النفط الخام
100 البوليمرات واللدائن
102 استعمال اللدائن

الطاقة والقوى والحركة

106 الطاقة
110 الحرارة
112 انتقال الحرارة
114 النشاط الإشعاعي
116 الطاقة النوويّة
118 القوى
122 الديناميكا
124 الاحتكاك
126 الحركة
130 الجاذبيّة
132 الضغط
134 الآلات البسيطة
137 الشغل والقدرة
138 الطفو
140 السفن والمراكب
142 الطيران
144 تصميم الطائرات
146 المحركات
150 السيّارات والدرّاجات الناريّة

الأرض والفضاء

154 الكون
156 المجرات
158 النجوم
162 الشمس
164 الكواكب الداخليّة
166 الأرض والقمر
168 الكواكب الخارجيّة
172 الحطام الفضائي
174 استكشاف الفضاء
178 الأرض البدائيّة
180 بنية الأرض
184 الغلاف الجوي
186 الحياة على الأرض
188 البحار والمحيطات
190 الأنهار
192 الطقس
194 المناخ
196 سكان العالم
198 موارد الأرض

الضوء

202 الموجات
204 سلوك الموجات
206 الصوت
208 الآلات الموسيقية
210 إعادة إنتاج الصوت
212 الموجات الكهرمغنطيسية
214 الضوء والظل
216 اللون
218 سلوك الضوء
220 العدسات والمرايا
222 الأجهزة البصريّة
224 الكاميرات
226 التلفزيون والراديو
228 الكهرباء
232 المغنطيسيّة
236 الإلكترونيات
238 الإلكترونيات الرقميّة
240 الحواسيب
244 الإتصالات البُعديّة
246 الإنترنت

النباتات والفطريّات

250 خلايا النبات
252 السوق والجذور
254 النسيج النباتي
256 داخل النباتات المعمّرة
258 الأوراق
260 بنية الورقة
262 حركة السوائل
264 غذاء النبات
268 حساسيّة النبات
270 النباتات المزهرة
274 البذور والثمار
278 نباتات جديدة من النباتات القديمة
280 النباتات المائيّة
282 النباتات اللازهريّة
284 الفطريات
286 الكفاح من أجل البقاء
288 أساليب عيش النبات
290 النباتات والبشر
292 الدورات الطبيعيّة
294 تصنيف النباتات

عالم الحيوان

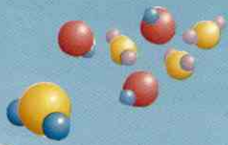
298 الخلايا الحيوانيّة
300 بنية الجسم
302 أكسية الجسم
304 التنقل في الماء
306 الطيران والطيران الانزلاقي
308 التنقل على اليابسة
310 الاغتذاء
312 الأسنان والهضم
314 التنفس
316 التوازن الداخلي
318 إرسالِ الرسائل
320 حواس الحيوانات
324 تكوين حياة جديدة
328 دورات الحياة
330 علم البيئة
332 الغذاء والطاقة
334 التوازن في الطبيعة
336 الحفاظ على البيئة
338 التطوّر
340 التصنيف

جسم الإنسان

346 الهيكل العظمي
348 العضلات
350 جهاز الدوران
352 الأسنان
354 الهضم
356 الطعام والنظام الغذائي
358 الجهاز التنفسي
360 طاقة للحياة
362 فعْلُ التوازن
364 الجهاز العصبيَ
366 الدماغ
368 الجلد والأظافر والشَّعر
370 العينان
372 الأذنان
374 الأنف واللسان
376 التناسل
378 النموّ والتغيُّر
380 علم الوراثة
382 التكنولوجيا الوراثيّة
386 مُقاومة المرض
388 الطب

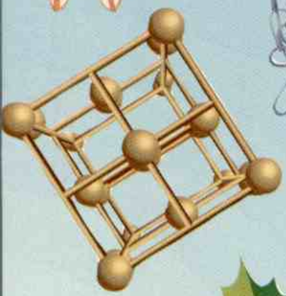
حقائق وقوائم علميّة

394 إجراء الأبحاث على الوب
396 أسئلة المراجعة
404 وحدات القياس
406 طبيعة القياس
408 الأشكال الهندسيَة
409 القوانين والرموز
410 حقائق عن الأرض والفضاء
412 العلماء والمخترعون
416 تواريخ مضيئة في العلم
418 قاموس المصطلحات (عربي-إنكليزي)
447 قاموس المصطلحات (إنكليزي-عربي)
455 الفهرس



ارتباطات الإنترنت

يضم هذا الكتاب أكثر من ألف موقع مزكّى على شبكة الوب، اختيرت خصّيصاً لتعزيز المعلومات التي تقدّمها الموسوعة، وتوفير وقتك في البحث عن المواقع الجيدة. إن كنت تستطيع الوصول إلى الإنترنت وتريد استخدامها للبحث أو لتتبّع موضوع يهمّك، توجّه إلى موقع *www.usborne.com* وانقر على «klinksQuic» فتجد ارتباطات مباشرة بكل صفحة وب مدرجة في الكتاب.



ارتباطات أوزبورن السريعة

«klinksQuic» ناحية خاصّة في موقع أوزبورن على الوب يمكنك الارتباط منها مباشرة بكل مواقع الوب المدرجة في هذه الموسوعة. ابحث عن مربّعات **ارتباطات الإنترنت** الموجودة تقريبا في كل صفحتين مزدوجتين في هذا الكتاب. تجد هناك وصفاً موجزاً لصفحات الوب المثيرة للاهتمام. وللوصول إلى صفحات الوب، توجّه إلى *www.usborne.com* وانقر على «klinksQuic» واتبع التعليمات.

وتجد في الصفحة 395 لائحة إضافية بمواقع الوب المفيدة، مثل تلك العائدة إلى متاحف العلوم. يمكنك الوصول إلى هذه المواقع أيضاً عبر ارتباطات أوزبورن السريعة klinksne QuicUsbor، ويمكنك تصفح المواقع التي تعجبك.

ارتباطات الإنترنت

انتبه إلى مثل هذه المربعات في الكتاب. فكل مربع يحتوي على عناوين مواقع الوب التي تجد فيها مزيداً من المعلومات عن صفحات الكتاب تلك، أو تشاهد كليبات فيديوية أو رسوماً متحركة أو تستمع إلى أصوات أو تقوم بتجارب على الشبكة.

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

الصور التي يمكن تنزيلها

تجد أيضاً في ارتباطات أوزبورن السريعة صورا ملوّنة منتقاة من هذه الموسوعة يمكنك تنزيلها وطباعتها مجاناً لاستعمالك الشخصي، مثل إيضاح في فرض مدرسي أو مشروع عمل. ويمكنك إدراجها في تصميمات الصفحات وكتابة نصك الخاص الذي يصحبها.

لكن يجب ألاّ تُستنسخ الصور أو توزّع لأي غرض تجاري.

توفّر المواقع

ربما تحصل بين الحين والآخر على رسالة مفادها أن موقع الوب الذي أدرجناه غير متوفر. يكون ذلك بشكل مؤقت، لذا جرّب ثانية.

ربما تتغيّر عناوين بعض صفحات الوب أو تغلق. يتم تدقيق اللوائح في ارتباطات أوزبون السريعة بشكل منتظم، وتحدّث الارتباطات لإرسالك إلى المكان الصحيح.

* الصور التي يمكن تنزيلها أشير إليها برمز النجمة لتمييزها.

www.usborne.com

توجّه إلى هنا وانقر على «klinksQuic» من أجل:

- الارتباطات المباشرة بكل مواقع الوب المدرجة في هذه الموسوعة.
- صور مجّانية يمكن تنزيلها، وهي تظهر في هذه الموسوعة وبجانبها علامة النجمة.

ما الذي تحتاج إليه

يمكن الوصول إلى معظم مواقع الوب المدرجة في هذا الكتاب بواسطة حاسوب منزلي قياسي وبرنامج لتصفح الوب (وهو البرمجية التي تمكنك من عرض المعلومات من الإنترنت). وإليك لائحة بالمتطلبات الأساسية:

- حاسوب شخصي مع ويندوز 95 أو 98 أو 2000, أو حاسوب erPCwoMacintosh P مع النظام System 8 أو نظام أحدث
- 64 ميغابايت من الذاكرة الرامية RAM
- برنامج تصفّح مثل Microsoft net Explorer 4Inter أو vigator 4Netscape Na أو إصدارات أحدث.
- وصلة بالإنترنت عبر مودم (يفضل 56 بت في الثانية) أو خط رقمي أو كبلي أسرع.
- حساب مع موفّر خدمة إنترنت (ISP)
- بطاقة صوت

العون

يحتوي برنامج التصفّح على زر «للعون» Help يمكنك النقر عليه لتعرف المزيد عن كيفية استخدام برنامج التصفح. وربما تحتوي قائمة «العون» Help على لائحة بالمحتويات وفهرس. تجد إرشادات بشأن كثير من الأشياء، مثل كيفية تخصيص مخطط الألوان في برنامج التصفح وصولاً إلى كيفية التنقل على الوب.

يجب أن يضم برنامج التصفح خيار «الدعم الشبكي» Online Support في قائمة «العون» Help. هنا يمكنك إيجاد مزيد من المعلومات المتقدّمة، بما في ذلك دعم تقني حديث لبرنامج التصفح.

أشياء إضافية

تحتاج بعض مواقع الوب إلى برامج إضافية، تدعى برامج مساعدة، لتشغيل الأصوات أو عرض الفيديو أو الرسوم المتحركة أو الصور ثلاثية الأبعاد. إذا توجّهت إلى موقع ولم يكن لديك البرنامج المساعد اللازم، تظهر رسالة تفيد ذلك على الشاشة.

يوجد عادة زرّ في الموقع يمكنك النقر عليه لتنزيل البرامج المساعِدة plug-ins المطلوبة. ويمكنك بدلاً من ذلك النقر على *www.usborne.com* والنقر على «Net Help» حيث تجد ارتباطات يمكن التنزيل منها. وإليك لائحة بالبرامج المساعِدة، التي قد تحتاج إليها:

eryRealPla – يتيح لك تشغيل الفيديو وسماع الملفّات الصوتيّة.

QuickTime – يمكّنك من مشاهدة الفيديو.

vekwaShoc – يتيح لك تشغيل الرسوم المتحرّكة والبرامج التفاعلية.

obat ReaderAcr – يتيح لك عرض الصور الموجودة في المستندات.

فيروسات الحواسيب

فيروس الحاسوب برنامج صغير يمكن أن يحدث أضراراً خطيرة في حاسوبك. ويمكن أن يصل الفيروس إلى حاسوبك عندما تنزّل البرامج من الإنترنت، أو في مستند مرفق (ملف إضافي) يصل مع رسالة بريد إلكتروني.

يمكنك شراء برمجيّة مضادة للفيروسات من متاجر الحواسيب أو يمكنك تنزيلها من الإنترنت. وهي غالية الثمن، لكنها تكلّف أقل من إصلاح حاسوب معطّل. يمكنك إيجاد المزيد عن الفيروسات في موقع الوب التالي:

www.howstuffworks.com/virus.htm

السلامة على الإنترنت

اختار المحرّرون في أوزبورن كل المواقع المدرجة في هذه الموسوعة باعتبارها في نظرهم ملائمة للأطفال رغم عدم إمكانية تقديم ضمانات لذلك. نوصي بأن يشرف أحد الوالدين أو الأستاذ على الأطفال أثناء استخدامهم الإنترنت.

من النادر جداً النفاذ إلى موقع غير ملائم عَرَضاً بكتابة عنوان خاطىء. لتجنّب هذا الاحتمال، نوصي بشدّة أن يتم الوصول إلى مواقع الوب المدرجة في هذا الكتاب عبر *www.usborne.com* لا بكتابة العناوين المدرجة في المربعات.

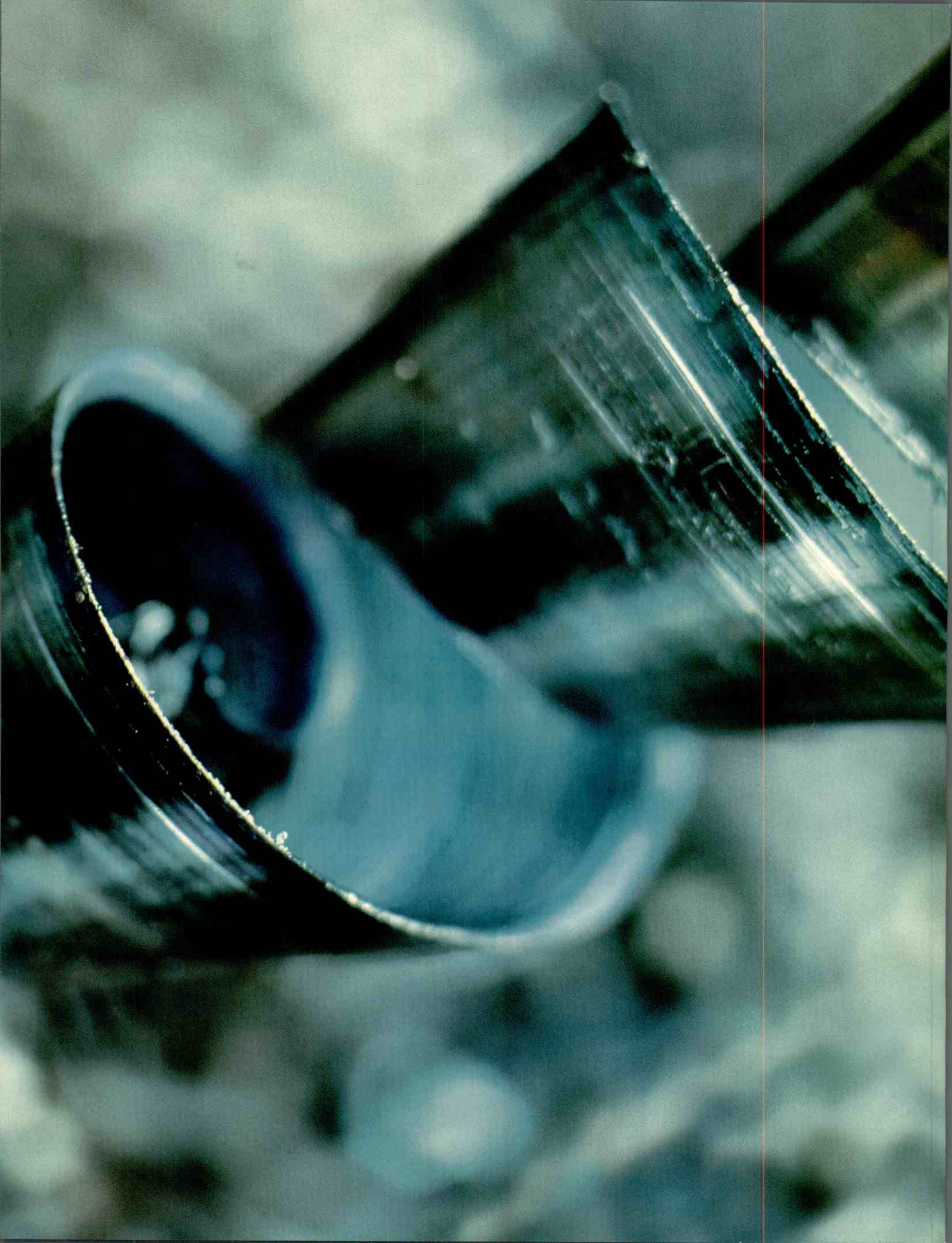
تحقّق بنفسك

تحتوي مربعات «تحقّق بنفسك» الموجودة في هذه الموسوعة على تجارب أو نشاطات أو ملاحظات خضعت لاختبارنا. وتحتوي بعض مواقع الوب المدرجة على تجارب أيضاً، لكننا لم نختبرها جميعاً.

يُستخدم هذا الكتاب من قبل قرّاء من مختلف الأعمار والإمكانات، لذا من المهم ألا تبدأ تجربة ما بمفردك، سواء وردت في هذا الكتاب أو في موقع وب، تتطلب أدوات لا تستخدمها عادة، مثل سكين المطبخ أو الغلاّية أو الموقد. اطلب من أحد البالغين مساعدتك.

تحقّق بنفسك

سوف تجد بين دفّتي الكتاب تجارب وأنشطة في مربعات كهذه. اقرأ التجربة دائماً قبل أن تبدأها، وإن كانت تقتضي شيئاً تفعله عادة بإشراف أحدهم، أطلب المساعدة.



المــوادّ

البنية الذرية

الذرّات جُسَيْمات صغيرة تتكوّن منها كلّ الأشياء. ويتعذّر تصوّر مقدار صِغر الذرّة. فمئة مليون ذرّة مصفوفة جنباً إلى جنب لا يتعدى طولها 1 سم، وربما تكون سماكة صحيفة ورق، كتلك الموجودة في هذا الكتاب، حوالي مليون ذرّة.

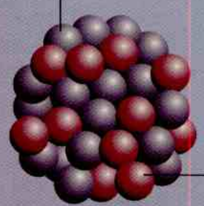
يستخدم هذا الشكل كراة ملوّنة لتمثيل أجزاء الذرّة وإيضاح العلاقات فيما بينها.

تقع النواة في وسط الذرّة وتتكوّن من بروتونات (باللون القرنفلي) ونيوترونات (باللون الأرجواني).

يتكوّن معظم الذرّة من فضاء فارغ بين الجسيمات.

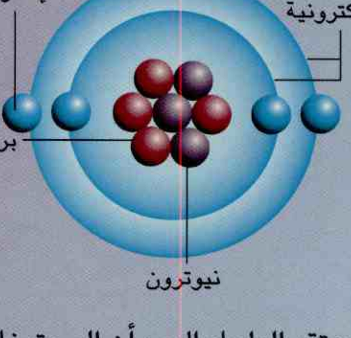
الجُسَيمات دون الذرّية

تتكوّن الذرّات من جُسَيمات أصغر حجماً تسمّى **جُسَيمات دون ذرّية**. ففي وسط كل ذرّة توجد **نواة**. تحتوي النواة على نوعين من الجسَيمات دون الذرّية يسمّيان **البروتونات والنيوترونات**.

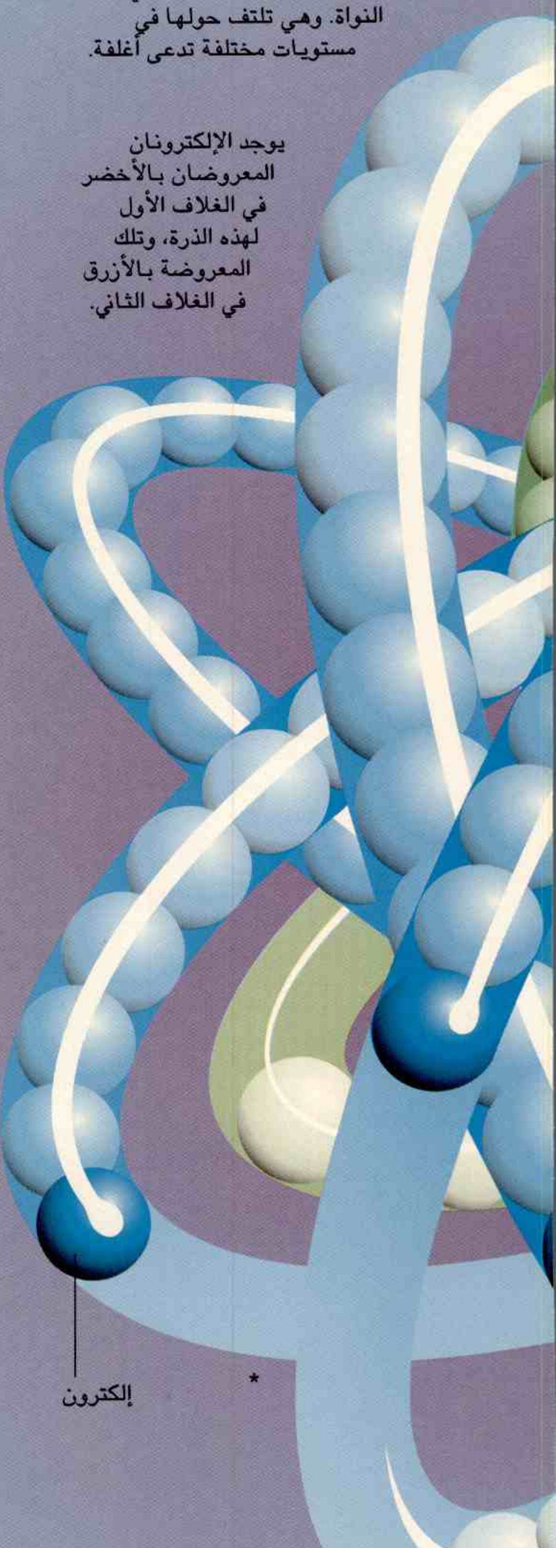


تكوّن النيوترونات والبروتونات نواة الذرّة.

وثمّة جُسَيمات دون ذرّية من نوع ثالث تتحرّك حول النواة وتدعى **الإلكترونات**. توجد الإلكترونات في مستويات طاقيّة مختلفة حول النواة تدعى **أغلفة**. ويضم كل غلاف ما يصل إلى عدد محدد من الإلكترونات. وعندما يمتلىء، يبدأ غلاف جديد.



ويعتقد العلماء اليوم أن البروتونات والنيوترونات مكوّنة من جسيمات دون ذرّية أصغر تدعى **كواركات**.



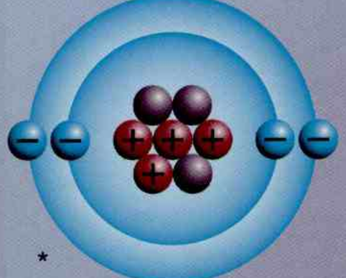
تُحبس الإلكترونات بانجذابها إلى البروتونات الموجودة في النواة. وهي تلتف حولها في مستويات مختلفة تدعى أغلفة.

يوجد الإلكترونان المعروضان بالأخضر في الغلاف الأول لهذه الذرة، وتلك المعروضة بالأزرق في الغلاف الثاني.

الشحنات الكهربائية

تتماسك الجُسَيْمات دون الذريّة التي تكوّن الذرّة معاً بواسطة الشحنات الكهربائية. فالجسيمات متعاكسة الشحنات الكهربائية يجذب بعضها بعضاً.

للبروتونات شحنة كهربائية موجبة، وللإلكترونات شحنة كهربائية سالبة. أما النيوترونات فليس لها شحنة كهربائية، لذا فهي محايدة.

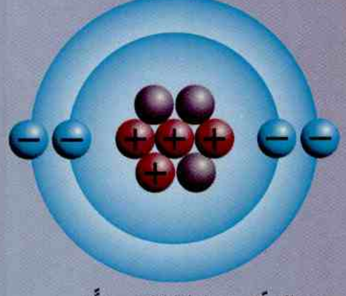


بروتون: شحنة كهربائية موجبة

إلكترون: شحنة كهربائية سالبة.

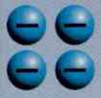
نيوترون: لا توجد شحنة كهربائية.

يكون للذرّة عادة عدد متساوٍ من البروتونات الموجبة الشحنة والإلكترونات السالبة الشحنة. وذلك ما يجعل الذرّة نفسها متعادلة كهربائياً.



هذه الذرّة متعادلة إلكترونيًا.

يوجد فيها أربعة بروتونات.



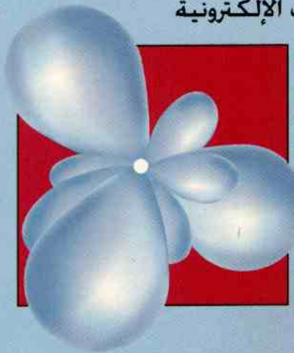
يوجد فيها أربعة إلكترونات.

ليس لنيوتروناتها الثلاثة تأثير على شحنتها الكهربائية.

تمثيل الذرّات

رغم أن الذرّات غالباً ما تمثّل بأشكال مثل ذلك المعروض في الصورة الرئيسية، يعتقد العلماء اليوم أن الإلكترونات توجد في مناطق حول النواة تشبه السحب، كما في نموذج السحب الإلكترونية أدناه.

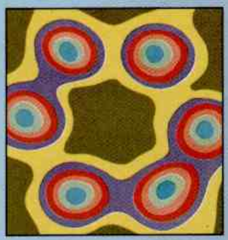
نموذج السحب الإلكترونية



يمكن أن تكون الإلكترونات في أي مكان ضمن سحابتها، في أي وقت. بل إنها تتحرّك خارجها أحيانًا.

كثافة الإلكترونات

في الصورة أدناه، تبيّن الألوان المختلفة مستويات مختلفة لكثافة الإلكترونات في مجموعة من الذرّات. تظهر المناطق الزمرّدية الأمكنة التي تكون فيها كثافة الإلكترونات على أشدّها.



هذه صورة لما يمكن أن تراه خلال مجهر فائق القوّة.

ارتباطات الانترنت

- انقر على Atoms لرؤية فيلم عن الذرات والمشاركة في لعبة اختبار عنها.
  www.brainpop.com/science/seeall.weml
- انقر على Spectroscope of an Atom وعلى CuttingP aper لتتعلم عن الذرات.
  www.miamisci.org/af/sln/phantom/
- ابدأ عند The Standard Model لتتعلم المزيد عن الذرات والجسيمات دون الذرية.
  www.particleadventure.org/english/
- مرّر نزولاً إلى A Model of Matter لتتعلم عن البنية الذرية والترابط.
  www.mathmol.com/textbook/middle_home.html
- كثير من المعلومات عن الإلكترونات.
  www.iop.org/Physics/Electron/Exhibition/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

العدد الذرّي

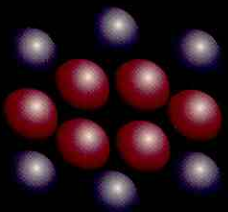
لذرّات المواد المختلفة أعداد مختلفة من البروتونات في نواها. ويسمّى عدد البروتونات في النواة **العدد الذرّي**.

يدلّ العدد الذرّي للذرّة على نوع المادة.

يكون عدد الإلكترونات في الذرّة مساويا عادة لعدد البروتونات، لذا فإن العدد الذرّي يبيّن أيضا عدد الإلكترونات فيها.

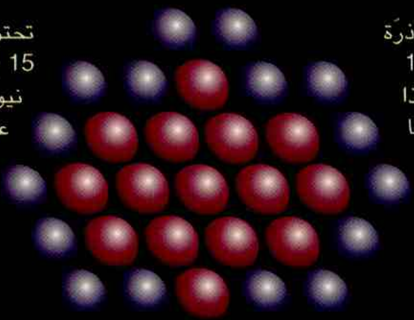
بروتون

نيوترون



يوجد ستة بروتونات في نواة ذرّة الكربون، لذا فإن عددها الذري ستة.

تحتوي النواة على ستة بروتونات وستة نيوترونات، لذا فإن عددها الكتلي 12.



تضمّ نواة ذرّة الفسفور 15 بروتونا، لذا فإن عددها الذري يساوي 15.

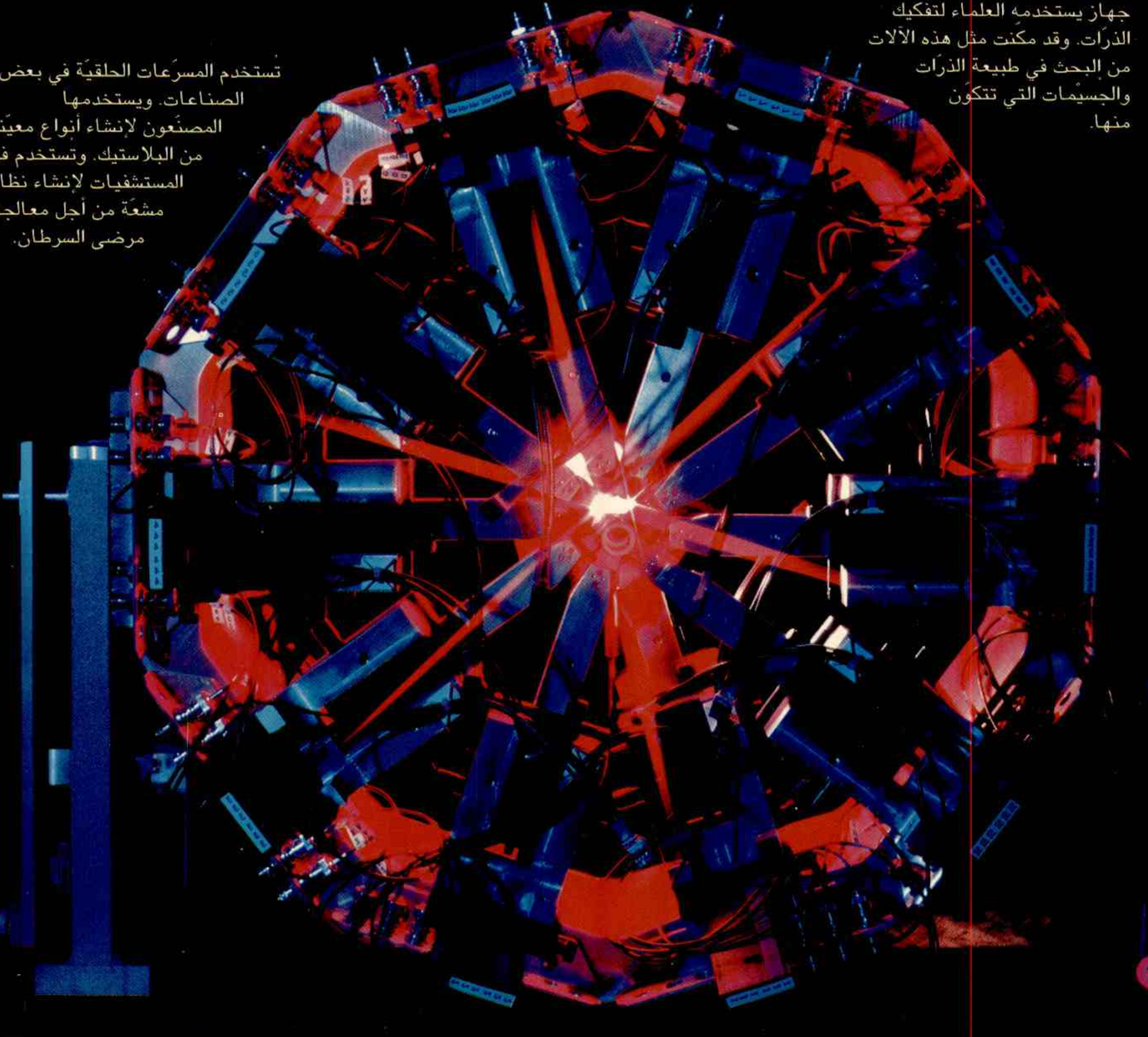
تحتوي النواة على 15 بروتونا و16 نيوترونا، لذا فإن عددها الكتلي 31.

العدد الكتلي

كلّما ارتفع عدد البروتونات والنيوترونات الموجودة في الذرّة، تعاظمت كتلة الذرّة (وهي كميّة المادّة في الذرّة). ويسمّى العدد الإجمالي للبروتونات والنيوترونات في الذرّة **العدد الكتلي**.

تستثنى الإلكترونات من حساب الكتلة لأنها لا تضيف إلى كتلة الذرّة شيئاً يذكر.

يمكن استخدام جهاز يدعى **مطياف الكتلة** للمساعدة في تمييز الذرّات بفرزها وفقا للكتلة.



تسمّى هذه الآلة **مسرِّعا حلقيًا**، وهو جهاز يستخدمه العلماء لتفكيك الذرّات. وقد مكّنت مثل هذه الآلات من البحث في طبيعة الذرّات والجسيمات التي تتكوّن منها.

تُستخدم المسرّعات الحلقيّة في بعض الصناعات. ويستخدمها المصنّعون لإنشاء أنواع معيّنة من البلاستيك. وتستخدم في المستشفيات لإنشاء نظائر مشعّة من أجل معالجة مرضى السرطان.

النظائر

توجد معظم الذرّات في عدّة أشكال مختلفة تدعى **نظائر**. ولكل شكل العددُ نفسه من البروتونات والإلكترونات، ولكن يختلف عدد النيوترونات. لذا فإن كل نظائر الذرّة لها العدد الذري نفسه، لكن تختلف أعدادها الكتلية.

يُكتب العدد الكتلي لنظير الذرّة إلى جانب اسمها. مثال ذلك الكربون-12 يضم ستة بروتونات وستة نيوترونات.

تظهر هذه الأمثلة النظائر الثلاثة للكربون.

الكربون-12 يضم ستة بروتونات وستة نيوترونات.

الكربون-13 يضم ستة بروتونات وسبعة نيوترونات.

الكربون-14 يضم ستة بروتونات وثمانية نيوترونات.

للنظائر خصائص فيزيائية مختلفة، لكن خصائصها الكيميائية متماثلة. وتكون معظم الذرّات في العنصر (مادة مكوّنة من نوع واحد من الذرّات) نظيرًا واحدًا، مع مقادير قليلة من النظائر الأخرى.

أفكار قديمة

إن الفكرة القائلة إن كل شيء في الكون مكوّن من ذرّات ليست فكرة جديدة. ففلاسفة اليونان، قبل 2500 عام، كانوا يعتقدون أن المادّة تتكوّن من جسيمات لا يمكن تقسيمها إلى ما هو أصغر. وتشتق كلمة «atom» (ذرّة) من الكلمة اليونانية atomos ومعناها «لا يتجزّأ».

أرسطو (384-322 ق.م.)

وقد أثرت نظريات الفيلسوف اليوناني القديم أرسطو على العلماء ودراستهم للذرّات على مدى عدة قرون.

النظرية الذريّة

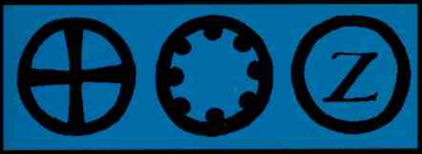
كان الكيميائي البريطاني جون دالتون أول من استعمل مصطلح ذرّة عندما طرح **نظريته الذرّية** سنة 1807.

جون دالتون (1766-1844)

رأى دالتون أن كل العناصر الكيميائية تتكوّن من جسيمات صغيرة جدًا، تدعى ذرّات، لا تتفكك عندما تتفاعل المواد الكيميائية. واعتقد أن كل تفاعل كيميائي ينجم عن اتحاد الذرّات أو انفصالها. وقد وفّرت نظرية دالتون الذريّة الأساس للعلم الحديث.

استخدم دالتون الرموز لتمثيل ذرّة كل عنصر أو مادّة.

أمثلة على رموز دالتون

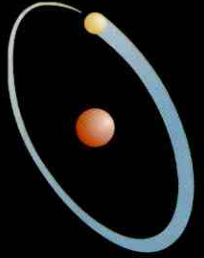


زنك زئبق كبريت

النماذج المبكّرة

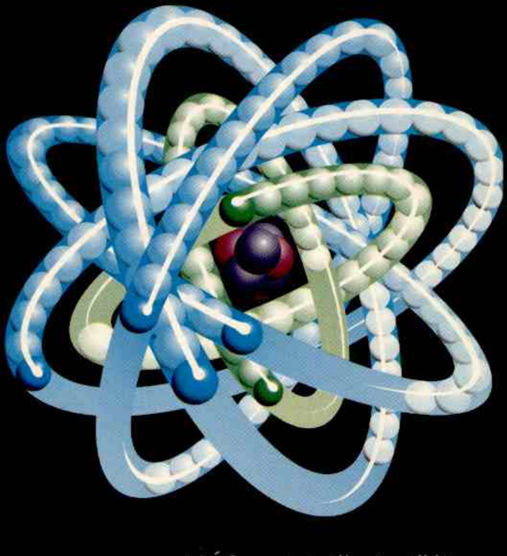
في بداية القرن العشرين، أخذ العلماء يصنعون نماذج للذرات.

عرض إرنست رذرفورد (1871-1937) الإلكترونات بشحنة سالبة تدور حول نواة موجبة الشحنة.



نموذج رذرفورد

وعرض نيلز بور (1885-1962) نموذجًا تتّخذ فيه الإلكترونات مدارات محدّدة. وفي سنة 1932 عرض جيمس تشادويك (1891-1974) نواة مكوّنة من نيوترونات وبروتونات.



هذا النموذج للذرة تجده مكبّرا في الصفحتين10-11، وهو يستند إلى نماذج رذرفورد وبور وتشادويك.

ارتباطات الانترنت

- انقر على Atom as Elements من اللائحة المعروضة على الجانب الأيسر للحصول على صور ومعلومات مفصلة.
www.colorado.edu/physics/2000/index.pl
- اقرأ أدلة بناء الذرة Atom Builder Guides ثم ابن ذرّة كربون. يمكنك أيضا التمرير إلى أسفل الشاشة حيث تجد ارتباطات بعلماء مشهورين مثل نيلز بور.
www.pbs.org/wgbh/aso/tryit/atom/
- استعرض مختبرا لتسريع الجسيمات.
public.web.cern.ch/Public/

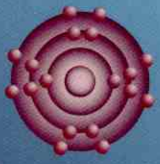
للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الجزيئات

قلّما توجد الذرّات لوحدها. وهي تتآصر أو ترتبط معاً عادة لتشكيل جزيئات أو بنى شبكية أكبر. **الجزيء** مجموعة من الذرّات المترابطة معاً لتشكيل أصغر قسمٍ من المادة يمكن أن يتواجد لوحده عادة. والجزيئات صغيرة جدًّا لا ترى بالعين المجرّدة.

الأغلفة والترابط

تضمّ معظم الذرّات عدة أغلفة من الإلكترونات*. الغلاف الأوّل من الذرّة يمكن أن يستوعب إلكترونين. ويستوعب الغلافان الثاني والثالث ثمانية، رغم أن بعض الذرات تستوعب 18 إلكتروناً في غلافها الثالث. وعندما يمتلىء غلاف، تشكّل الإلكترونات غلافاً جديداً. وتكون الذرّة مستقرّة بوجه خاص عندما يكون غلافها الخارجيّ ممتلئاً بالإلكترونات.

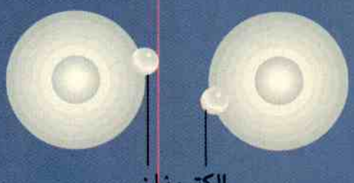


لذرّة الأرغون ثلاثة أغلفة مليئة من الإلكترونات، لذا فهي ذرّة مستقرّة.

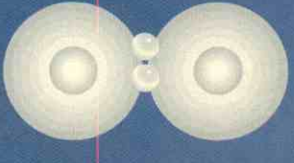
ذرّة الصوديوم غير مستقرّة. ففيها ذرّة واحدة فقط في غلافها الثالث.

تترابط الذرّات معاً لكي تُصبح مستقرّة. وهي تفعل ذلك عن طريق تشارك الإلكترونات أو التخلّي عن الإلكترونات أو أخذها للوصول إلى غلاف خارجي ممتلىء أو أكثر امتلاءً. مثال ذلك تترابط ذرّتان من الهيدروجين معاً لتشكيل جزيء الهيدروجين. وهما يتشاركان إلكتروناتهما ما يعطي كل ذرّة غلافاً خارجيًّا مليئاً. (لمزيد من المعلومات عن الترابط، انظر الصفحات 68-71).

ذرّتا هيدروجين

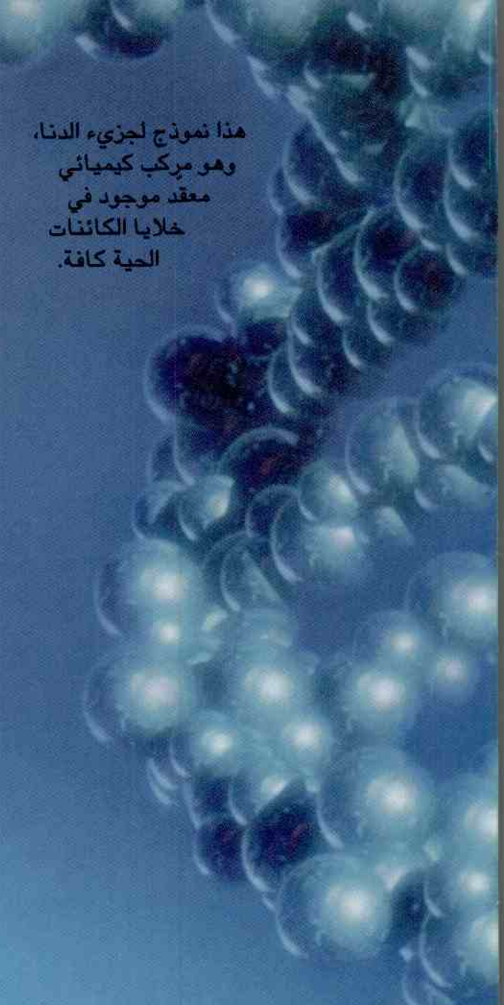


جزيء هيدروجين



لكلّ ذرّة غلاف ممتلىء بإلكترونين، لذا فهي مستقرّة.

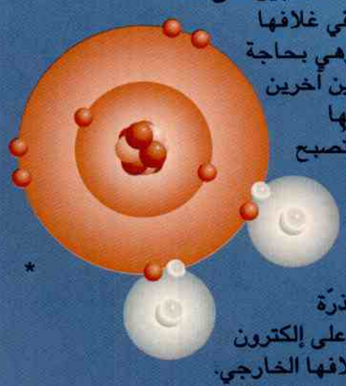
*إلكترونات، 10.



هذا نموذج لجزيء الدنا، وهو مركب كيميائي معقد موجود في خلايا الكائنات الحية كافة.

جزيء الماء

يتألف جزيء الماء من عنصرين مختلفين: الهيدروجين والأكسجين. تشترك ذرّتان من الهيدروجين في الإلكترونات مع ذرّة من الأكسجين، فيصبح لكل ذرة غلاف خارجي مليء. تستخدم ذرّة الأكسجين إلكترونين (واحد من كل ذرة هيدروجين) لإكمال غلافها الخارجي. وهكذا تصبح كل الذرّات مستقرّة.



تحتوي ذرّة الأكسجين على ستة إلكترونات في غلافها الخارجي. وهي بحاجة إلى إلكترونين آخرين لتكمل غلافها الخارجي وتصبح مستقرّة.

تحتوي كل ذرّة هيدروجين على إلكترون واحد في غلافها الخارجي. وكلاهما بحاجة إلى إلكترون واحد لتكمل غلافها الخارجي وتصبح مستقرّة.

الصيغ الكيميائية

يمكن عرض اسم الذرّة بواسطة رمز (رمزها الكيميائي). وهو عادة الحرف أو الحرفان الأولان من اسمها بالإنكليزية أو اللاتينية أو العربية.

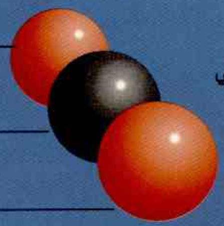
O رمز الأكسجين .xygeno

Au رمز الذهب، من الكلمة اللاتينية umaur.

Fe رمز الحديد، من الكلمة اللاتينية umerr.f

K رمز البوتاسيوم، من الكلمة العربية قليوم kalium.

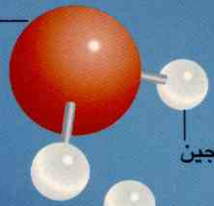
تبيّن الصيغة الكيميائية الذرّات التي تتكوّن منها المادة ونِسبَها. مثال ذلك، يتكوّن كل جزيء من ثاني أكسيد الكربون من ذرّة من الكربون وذرّتين من الأكسجين، لذا فإن صيغة ثاني أكسيد الكربون هي CO_2. ويبين الرقم «2» عدد ذرّات الأكسجين في الجزيء.

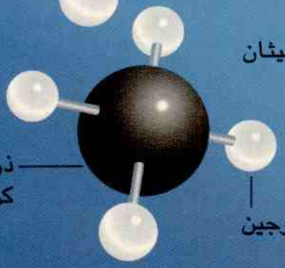


نماذج الجُزيئات

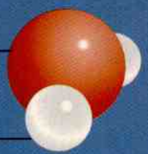
غالباً ما يستخدم العلماء النماذج لتمثيل الجزيئات عند دراستها. وهناك نوعان رئيسيّان: نماذج الكرة والبرمق ونماذج الحيّز الممتلىء.

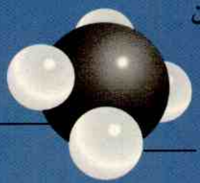
في نماذج الكرة والبرمق، تعرض الروابط التي تمسك الذرّات معاً بمثابة عيدان.





وفي نماذج الحيّز الممتلىء، تعرض الذرّات ملتصقة بعضها ببعض.





لا يبدو أي من النموذجين مثل الجزيء الحقيقي، لكنهما طريقتان مبسّطتان لعرض الذرّات التي تشكل الجزيء.

ارتباطات الانترنت

- درس تفاعلي عن الجزيئات على الشبكة. *ippex.ppl.gov/ippex/module_3/molecule.html*
- تعلّم عن الجزيئات المرآوية غير العادية *americanhistory.si.edu/hosc/molecule/*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

الجوامد والسوائل والغازات

توجد معظم المواد في ثلاثة أشكال مختلفة: جامدة أو سائلة أو غازية. وتسمّى هذه الأشكال **حالات المادة**. للجامد حجم وشكل محددان. وللسائل حجم محدّد، لكن شكله يتغيّر وفقاً لشكل وعائه. وليس للغاز شكل أو حجم.

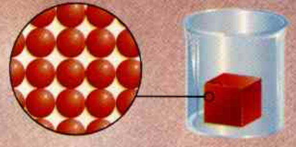
النظرية الحركية

ثمّة نظرية تفسّر خصائص الجوامد والسوائل والغازات وتدعى **النظرية الحركية**. وهي تستند إلى أن كل المواد تتكوّن من جُسَيْمات متحرّكة. وتفسّر خصائص الجوامد والسوائل والغازات بدلالة طاقة هذه الجسَيْمات.

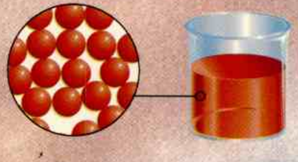
يؤدِّي تسخين المواد إلى إعطاء الجسيمات مزيداً من الطاقة، ما يزيد من سرعة تحرّكها ويجعلها تتغيّر من حالة إلى أخرى (انظر تغيّرات الحالة، الصفحتان 18-19).

لم يتم إثبات النظرية الحركيّة، مثلها في ذلك مثل كثير من النظريّات. لكنها تقدّم مع ذلك تفسيراً لسلوك الجوامد والسوائل والغازات، ولماذا تتغيّر المواد من حالة إلى أخرى.

حركة الجسيمات في الجوامد والسوائل والغازات



تمتلك الجسيْمات في الجامد أقل قدر من الطاقة ولا يمكنها التغلب على التجاذب فيما بينها. وهي تتذبذب، لكنها تبقى حيث هي.

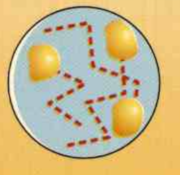


يؤدي تسخين الجامد إلى إعطاء الجُسيمات مزيداً من الطاقة بحيث تفلت بعضها من بعض. لذا ينصهر الجامد ويتحوّل إلى سائل.

تمتلك الجُسَيمات في الغاز طاقة أكبر، وتتحرّك بسهولة متباعدة بعضها عن بعض وتنتشر خلال الحيّز المتوفر.

هذه حمّة (نبع حارّ). المياه المسخّنة إلى درجة الغليان تحت الأرض تتحوّل من سائل إلى غاز (بخار الماء) وتنبجس من شقّ ما. يمكنك إيجاد مزيد من المعلومات عن مسبّبات نشوء الحمّات في الصفحة التالية.

الحركة البراونية



حركة عشوائية للجُسيمات في السائل

تعرف حركة الجسيمات في السوائل والغازات **بالحركة البراونية**، وقد سمّيت باسم عالم الأحياء البريطاني روبرت براون (1773-1858). ففي سنة1827، لاحظ براون كيف تتحرّك حبوب الطلع الصغيرة بشكل عشوائي في السائل، لكنه لم يتمكّن من تفسير هذه الحركة.

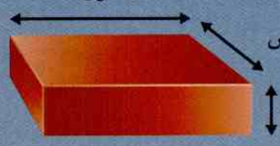
وقد فسّر العالم الألماني المولد ألبرتِ آينشتاين (1879-1955) لاحقاً حركة الجُسيمات في سائل أو غاز بأنها ناجمة عن أن جزيئات غير مرئيّة من المائع الذي تعوم فيه الجسيمات ترتطم بها.

قياس المواد

الحجم هو الحيّز الذي يشغله جامد أو سائل. ويقاس بالمتر المكعّب.

يمكن حساب حجم جامد مستطيل باستخدام هذه المعادلة:

الحجم =
الطول x العرض x الارتفاع



ويمكن إيجاد حجم السائل بسكبه في أسطوانة قياس مدرّجة.

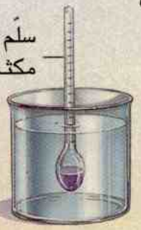
ويقاس حجم الجامد غير المنتظم بإيجاد مقدار السائل الذي يزيحه باستخدام علبة الطفح.

كتلة الجامد أو السائل أو الغاز هي مقدار المادة التي يحتوي عليها. وتقاس بالكيلوغرامات. وتختلف الكتلة عن الوزن الذي هو مقياس قوّة جذب الثقالة* للجسم. وتقاس الكتلة بوزن المادة ومقارنة كتلتها بكتلة معلومة.

الكثافة هي كتلة المادة مقارنة بحجمها. مثال ذلك، إذا أخذنا حجمين متساويين من الفلّين ومعدن، نجد أن كثافتيهما مختلفتان لأن كثافة المعدن أكبر بكثير من كثافة الفلّين. وتحسب الكثافة بقسمة كتلة الجسم على حجمه، وتقاس بالكيلوغرام في المتر المكعب (كغ/م^3).

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$$

تقاس كثافة السائل باستخدام **مكثاف السوائل**. يطفو مكثاف السوائل قرب السطح في السائل الكثيف لأن مقداراً قليلاً من السائل يُزاح لمعادلة وزن مكثاف السوائل (انظر «لماذا تطفو الأشياء»، الصفحة 138).



تحقّق بنفسك

يمكنك القيام بتجربة لإيجاد حجوم جوامد غير منتظمة الشكل دون استخدام علبة الطفح.

تحتاج إلى وعاء قياس ووعاء لمزج الكاتو ووعاء للغسيل.

أولاً، ضع وعاء مزج الكاتو داخل وعاء الغسيل، ثم املأ وعاء المزج بعناية حتى حافته.

احمل الآن الجسم الذي تريد قياسه فوق سطح الماء مباشرة. دع الجسم يغطس في الماء. يندلق الماء من وعاء المزج في وعاء الغسيل.

ارفع وعاء المزج من وعاء الغسيل. اسكب الآن الماء من وعاء الغسيل في وعاء القياس. يساوي حجم الماء حجم الجسم المقيس.

ارتباطات الانترنت

- مقدمة إلى حالات المادة.
  www.chem4kids.com/matter/index.html
- انقر على The Kinetic y of matterTheor حيث تجد شرحا وإيضاحات.
  members.aol.com/ChangChem3/CALbasicROR1.html
- درس على الشبكة عن حالات المادة مع تجارب تفاعلية عن الكثافة. للتقدّم من شاشة إلى أخرى، انقر على السهم في أسفل كل شاشة.
  ippex.pppl.gov/ippex/module_3/states.html
- تعلم كيف تصنع مادة حمئيّة لا يمكنك تقرير إن كانت سائلة أم جامدة.
  www.exploratorium.edu/science_explorer/ooze.html
- تعلّم المزيد عن خصائص الغازات.
  www.omsi.edu/sln/air/science

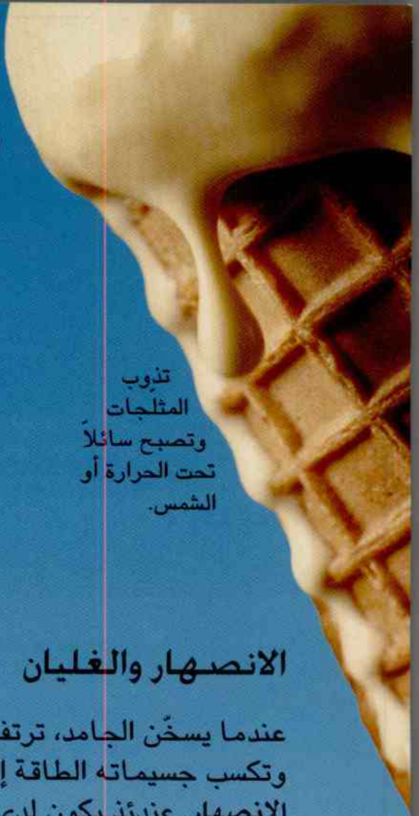
للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*ثقالة، 130-131.

تغيّرات الحالة

حرارة الشعلة تذيب الشمعة، لكنِ الشمع يجمد عندما يقطر مبتعداً عن الشعلة ويبرد.

تتغيّر المادة من حالة مادية، أي جامدة أو سائلة أو غازية، إلى أخرى تبعاً لدرجة الحرارة والضغط. وعندما تتغيّر حالة شيء تتولد الحرارة أو تفقد، إذ إن طاقة جُسَيماته تزداد أو تنقص. وتتغيّر حالة المواد المختلفة عند درجات حرارة مختلفة.



تذوب المثلجات وتصبح سائلاً تحت الحرارة أو الشمس.

يذوب هذا الجليد عند درجة حرارة أكثر تدنياً من جليد الماء الصافي لأن عصير البرتقال أضيف إليه.

الانصهار والغليان

عندما يسخّن الجامد، ترتفع درجة حرارته وتكسب جسيماته الطاقة إلى أن يبلغ **نقطة الانصهار**. عندئذ يكون لدى الجُسَيمات ما يكفي من الطاقة للانفصام عن جيرانها فينصهر الجامد.

ويؤدي المزيد من الحرارة إلى ارتفاع درجةِ حرارة السائل إلى أن يبلغ **نقطة غليانه** فتحرّر الجُسَيمات بعضها عن بعض بشكل تام. ويتحوّل السائل إلى غاز.

بعض المواد، مثل ثاني أكسيد الكربون، تتغير من غاز إلى جامد، أو من جامد إلى غاز، دون المرور بالشكل السائل. يسمّى ذلك **تصعيداً**.

تتغيّر درجة حرارة انصهار مادة أو غليانها إن كانت تحتوي على مقادير ضئيلة من مواد أخرى. مثال ذلك، ينصهر الجليد (الشكل الجامد للماء) عند 0^{o}م. وعند إضافة الملح إلى الجليد، تنخفض نقطة انصهاره.

عندما يبرد البخار، فإنه يتحوّل إلى ماء.

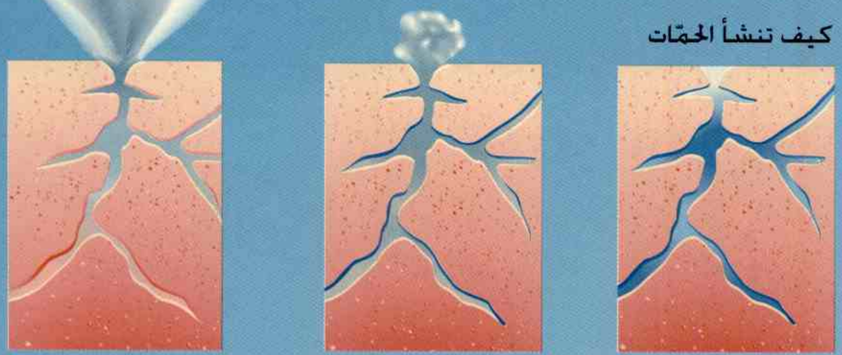
الحِمّات (الينابيع الحارّة)

الحِمّات نوافير من المياه الساخنة المغلية والبخار تنبثق من قشرة الأرض.

تنشأ عندما تسخّن الصخور الحارّة الماء تحت الأرض ويبدأ بالغليان.

عندما يتحوّل الماء إلى بخار، يتراكم الضغط في القنوات ما بين الصخور. وبعد ذلك تنبجس الحمّة مطلقة نافورة من البخار والماء عالياً في الهواء.

كيف تنشأ الحمّات



يتدفّق الماء في الفجوات بين الصخور تحت الأرض.

يتراكم الضغط عندما يسخن الماء ويتمدّد. ويتحوّل إلى بخار في نهاية المطاف.

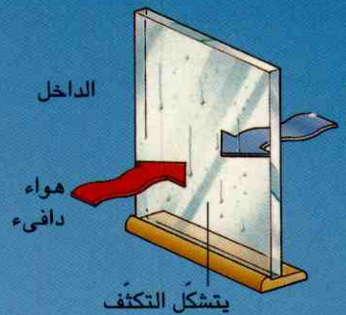
يتراكم الضغط إلى أن يُقذف الماء والبخار من أحد الشقوق في الأرض.

التكثّف

عندما يبرد الغاز بدرجة كافية **يتكثّف** ويتحوّل إلى سائل. وسبب ذلك أنه عندما يبرّد تفقد جُسَيْماته الطاقة ولا تعود قادرة على البقاء بعيدة بعضها عن بعض.

التكثّف

يتكثّف بخار الماء في هواء الغرفة على نافذة باردة. وتتشكل قطيرات ماء في القسم الداخلي من النافذة.



التجمّد

عندما يبرد السائل بدرجة كافية **يتجمّد** فيصبح جامداً أو صُلباً. فجُسَيماته تفقد مزيداً من الطاقة ولا تعود قادرة على التغلّب على التجاذب فيما بينها.

عندما تتجمّد قطيرات الماء في الجوّ، تتجمّع معاً أحياناً في نقوش جميلة من البلورات وتشكل ندفاً ثلجيّة كهذه.

الضغط

يؤثّر ضغط الهواء على نقطة انصهار مادّة ما أو غليانها. ويضغط الهواء بشكل طبيعي على الأرض بقوّة تدعى **الضغط الجوّي**. وتسمّى عند مستوى البحر جوًّا واحداً أو ضغطاً قياسيًّا.

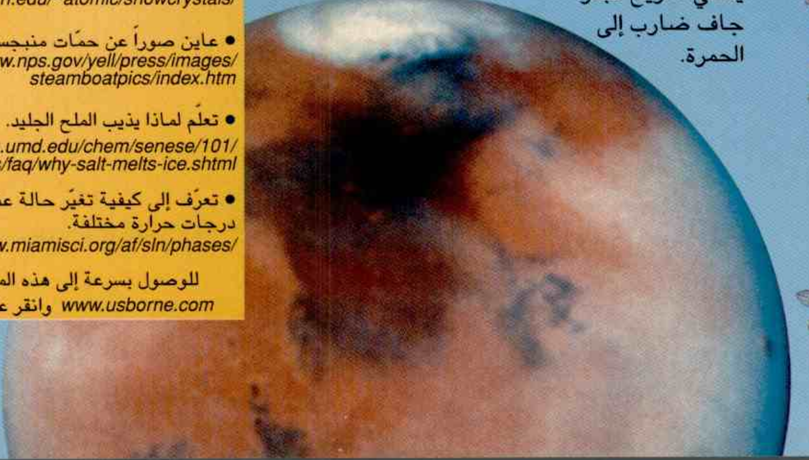
يغلي الماء الصافي عند 100°م عند مستوى البحر.

عند الارتفاع عن سطح البحر، يقلّ الضغط. ويسهل على الجسيمات في السوائل الإفلات إلى الهواء، لذا تنخفض نقاط غليانها.

في أعلى جبل إفرست (8848 متراً فوق سطح البحر) حيث يقل الضغط جوّ واحد، يغلي الماء عند 71°م.

كوكب بلا ماء

سطح المرّيخ جافّ. ويعتقد العلماء أن مردّ ذلك تدني الضغط الجوّيّ كثيراً، بحيث أن الماء يغلي على الفور.



يغطّي المرّيخ غبار جاف ضارب إلى الحمرة.

جامد أم سائل أم غاز؟

يتوقّف تصنيف الشيء بأنه جامد أم سائل أم غاز على حالته عند درجة حرارة الغرفة (20°م).

يغلي الكلور عند −35°م، لذا فهو غاز عند درجة حرارة الغرفة.

ينصهر الزئبق عند − 40°م. وهو سائل عند درجة حرارة الغرفة.

تحقّق بنفسك

املأ وعاء معدنيًّا بمكعّبات الثلج. اتركه في مكان دافىء بضع دقائق. انظر بعد ذلك إلى الوعاء. تشاهد نقاطاً من الماء خارج الوعاء.

تفقد جزيئات الماء في الهواء الدافىء الطاقة فتتباطأ عندما تبرّد بالثلج. وتلتصق بعضها ببعض مشكلة قطرات الماء.

قطيرات ماء على جانب العلبة.

ارتباطات الانترنت

- تعلم عن التكنولوجيا التي تُبقي الجليد جامداً في حلبة التزلج على الجليد.
www.howstuffworks.com/ice-rink.htm
- انقر على «ysicse PhwflakSno» للحصول على معلومات مفصّلة وصور على ندف الثلج.
www.its.caltech.edu/~atomic/snowcrystals/
- عاين صوراً عن حمّات منبجسة.
www.nps.gov/yell/press/images/steamboatpics/index.htm
- تعلّم لماذا يذيب الملح الجليد.
antoine.fsu.umd.edu/chem/senese/101/solutions/faq/why-salt-melts-ice.shtml
- تعرّف إلى كيفية تغيّر حالة عناصر مختلفة عند درجات حرارة مختلفة.
www.miamisci.org/af/sln/phases/

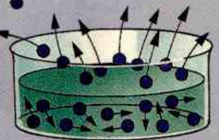
للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

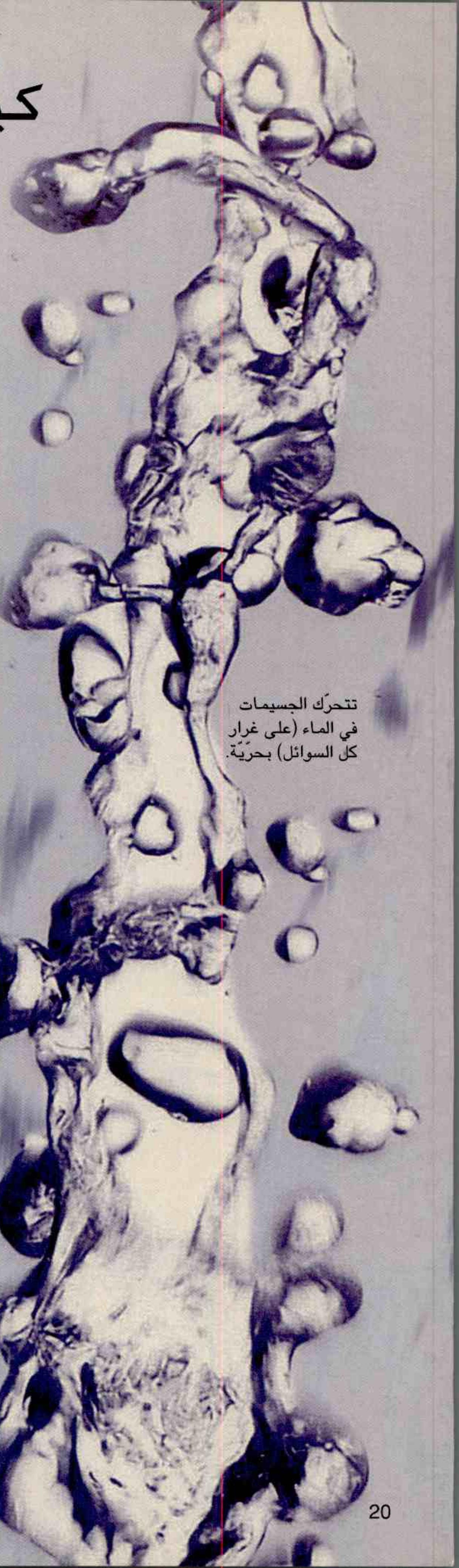
كيف تتصرّف السوائل

للسائل حجم محدّد، لكنه يتدفّق ويتغيّر شكله ليملأ وعاءه. تكون الجُسَيمات في السائل متقاربة بعضها إلى بعض إلى حدّ ما، لكن لديها طاقة أكبر من طاقة جسيمات الجامد، لذا تكون حرّة الحركة (انظر النظرية الحركيّة، الصفحة 16).

التبخر

يكون لبعض الجزيئات على سطح السائل طاقة تفوق طاقة غيرها فتفلت إلى الهواء، أوتتبخّر. وتتبخّر السوائل طوال الوقت، حتى عندما لا تتعرّض للتسخين.

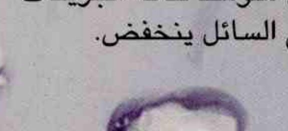



تتحرّك الجسيمات في الماء (على غرار كل السوائل) بحرّيّة.

معدّل التبخر

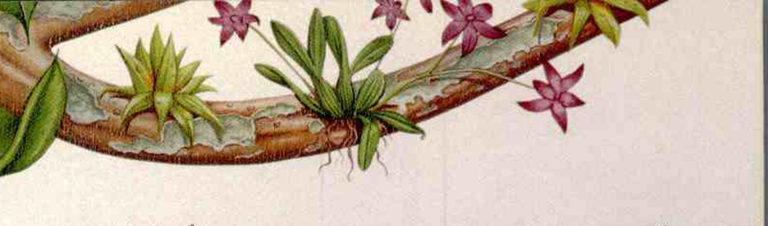
يزداد **معدّل التبخّر** لأي سبب من الأسباب التالية أو ائتلاف منها:

- ارتفاع درجة الحرارة.
- انخفاض الضغط. مثال ذلك، يتبخّر الماء بسرعة أكبر في قمّة جبل إفرست، حيث يقل الضغط الجوّيّ عما هو عليه على سطح البحر.
- زوال البخار من فوق السائل على الفور بجريانِ الهواء. ولذلك فإن الغسيل المعلق في الخارج في يوم كثير الرياح يجفّ بسرعة أكبر من جفاف الغسيل في يوم ساكن.
- ازدياد المساحة السطحية. مثال ذلك، الماء المُراق يتبخّر أو يجفّ بسرعة أكبر من جفاف الماء نفسه في الكوب.



الابتراد

عندما يتبخّر السائل تنخفض درجة حرارته لأن متوسّط طاقة الجزيئات المتبقية في السائل ينخفض.

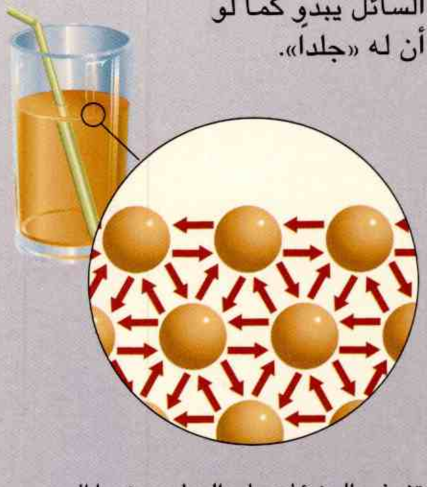


تتكوّن القطرات على هذه الأوراق لأن التوتّر السطحي يجذب جزيئات ماء المطر بعضها إلى بعض.

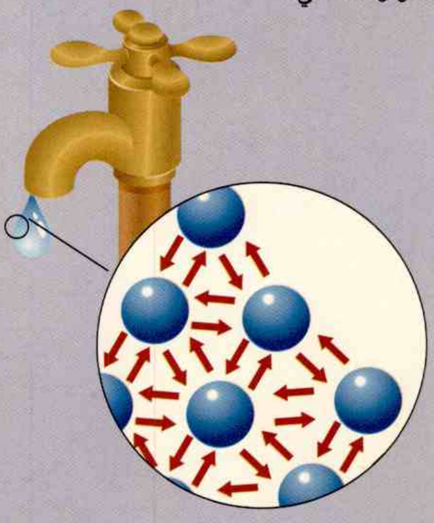
التوتّر السطحي

تنجذب الجزيئات في السائل إلى كل الجزيئات الأخرى المحيطة بها. غير أن تلك الموجودة على السطح لا تجذب إلى أعلى نظراً لعدم وجود جزيئات من السائل فوقها. وهي تنجذب إلى جزيئات السائل الأخرى أكثر من انجذابها إلى الهواء.

يُحدث الجذب نحو الجوانب والأسفل عند السطح قوّة تدعى **التوتّر السطحي**. وهي تجعل السائل يبدو كما لو أن له «جلداً».



تنجذب الجزيئات على السطح بعضها إلى بعض وإلى الجسيمات التي تليها. يولد ذلك التوتر السطحي.



يكوّن الماء قطيرات لأن التوتّر السطحي يجذب نحو الداخل من كل الجوانب، ما يبقي الجزيئات بعضها مع بعض.

جلد مطّاط

نتيجة للتوتّر السطحي، يكون سطح السائل مثل جلد مطّاط له من القوة ما يكفي لحمل أجسام خفيفة جدًّا، مثل الغبار أو حتى الحشرات.

تستطيع حشرة الخيتعور المشي على سطح الماء لأنها ليست ثقيلة بما يكفي لكسر التوتر السطحي الشبيه بالجلد.

التماسك

يحدث **التماسك** عندما تنجذب جزيئات مادّة بعضها إلى بعض أكثر مما تنجذب إلى مادّة ملامسة لها. والتوتر السطحي مثال على ذلك. تحاول الجزيئات على سطح الماء البقاء معاً بدلاً من الانتقال إلى الهواء فوقها.

الالتصاق

عندما تنجذب جزيئات السائل إلى المادّة التي تلامسها أكثر من انجذاب بعضها إلى بعض، يحدث **الالتصاق**. ويقال إن السائل التصق بالمادة. يفعل الماء ذلك عندما يلامس جوانب الكوب.

تحقّق بنفسك

لكي ترى كيف يستطيع التوتّر السطحي حمل بعض الأجسام، جرّب هذا النشاط.

املأ وعاء بالماء. ضع إبرة على قطعة من محارم الورق وابسطها بعناية على الماء.

سرعان ما تتشبّع المحرمة الورقية بالماء وتغطس، لكن الإبرة تبقى طافية يحملها التوتر السطحي.

انظر عن كثب فترى أن الإبرة تحدث في الواقع شقا على سطح الماء.

ارتباطات الانترنت

- اصنع صينية فقاقيع وأنشئ فقّاعات عملاقة. www.exploratorium.edu/snacks/bubble_tray.html
- اكتشف قوّة الصابون وأجرِ بعض التجارب على التوتر السطحي. www.fi.edu/qa96/me12/
- اكتشف إن كان الماء الساخن يمتزج بالماء البارد. www.exploratorium.edu/science_explorer/watertrick.html
- معلومات بسيطة عن السوائل. www.chem4kids.com/matter/liquid.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

كيف تتصرّف الغازات

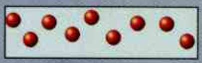
الغاز مادة ليس لها حجم أو شكل محدّد. ولجسيماته ما يكفي من الطاقة لكي تتباعد بعضها عن بعض وتملأ الحيز المتوفر.

الروائح، مثل روائح الأزهار، غازات تنتقل عبر الهواء بالانتشار.

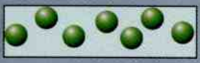
الانتشار

تحمل جزيئات الغاز ما يكفي من الطاقة لتنفصل متحرّرة من القوى الموجودة بينها (انظر النظرية الحركية، الصفحة 16). وهي تنتشر لتملأ الحيّز المتوفر. ويسمّى ذلك **انتشارا**.

أثناء الانتشار، تنتقل الجزيئات من منطقة توجد فيها بتركيز أكبر إلى حيث يتدنى تركيزها. ويتوقف الانتشار عندما تتوزع الجزيئات بشكل متساوٍ.



جزيئات غاز خفيف



جزيئات غاز ثقيل

تنتشر جزيئات هذين الغازين وتمتزج معاً بمرور الوقت. وتنتشر الغازات الخفيفة بسرعة أكبر من الغازات الثقيلة.

تبيّن المجموعة أدناه كيف يمتزج غازان بالانتشار. يُقلَب وعاء فيه هواء فوق وعاء فيه بروم، وهو أثقل من الهواء.

بعد خمس عشرة دقيقة، يمتزج الهواء والبروم في الوعاءين بالانتشار لأن جزيئاتهما تنتشران عبر الوعاءين.

يقوم هذا العالم بأخذ عيّنات من الغازات المنبعثة من حفر في جانب البركان. بعض الغازات ضارّ، لذا يرتدي العالم قناع تنفس.

الضغط ودرجة الحرارة والحجم

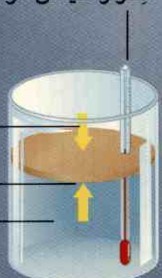
تمارس الغازات دفعاً على الأشياء التي تحتويها. يسمّى هذا الدفع **ضغطاً**، ويُستشعر في كل الاتجاهات. وهو معدّل اصطدام جزيئات الغاز بجوانب الوعاء.

إن حدوث أي تغيّر في الضغط أو درجة الحرارة أو حجم الوعاء، يؤدي إلى تغيّر في سلوك الجزيئات.

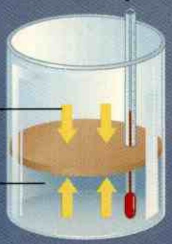
إذا انخفض حجم غاز عند ثبات الضغط، بخفض حجم وعائه مثلاً، يرتفع ضغط الغاز. ومردّ ذلك أن جزيئات الغاز تصطدم بجدران الوعاء بوتيرة أعلى.

وعند تسخين الغاز، تكتسب جزيئاته طاقة فتتحرك بسرعة أكبر ويزداد تباعدها، أي أن الغاز يتمدّد وتقلّ كثافته. ولهذا السبب تطير مناطيد الهواء الساخن، لأن الهواء بداخلها أقل كثافة من الهواء المحيط بها.

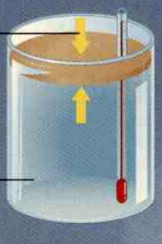
وإذا سُخّن الغاز دون السماح له بالتمدّد، يزداد ضغطه. والسبب في ذلك أن جزيئات الغاز تكسب طاقة وتتحرّك بسرعة أكبر وتصطدم بجوانب الوعاء بوتيرة أعلى.



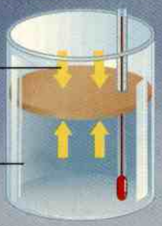
لا تزال درجة الحرارة على حالها.



ارتفعت درجة الحرارة.

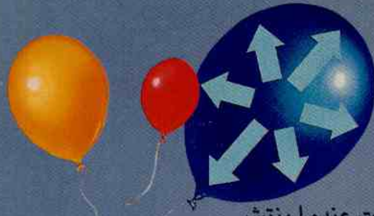


ارتفعت درجة الحرارة.



*

ترتفع حرارة الغازات البركانية كثيراً في باطن الأرض. ويتراكم الضغط إلى أن تنبعث من شقوق وثقوب في الأرض.



تتمدّد البالونات عندما ينتشر الهواء ليملأها.

تحقّق بنفسك

عندما تستخدم مضخّة بالونات في المرّة القادمة، لاحظ كيف تستخدم الضغط لملء البالون بالهواء.

1. عندما تكبس مِقبض المضخّة ينخفض حجم حجرة المضخّة فيزداد ضغط الهواء بداخلها.

2. ينطلق الهواء من الفتحة إلى البالون.

3. يوجد صمام في المضخّة يحول دون خروج الهواء من البالون.

4. يزداد الضغط داخل البالون فيتمدّد ويتوسّع ويزداد حجمه.

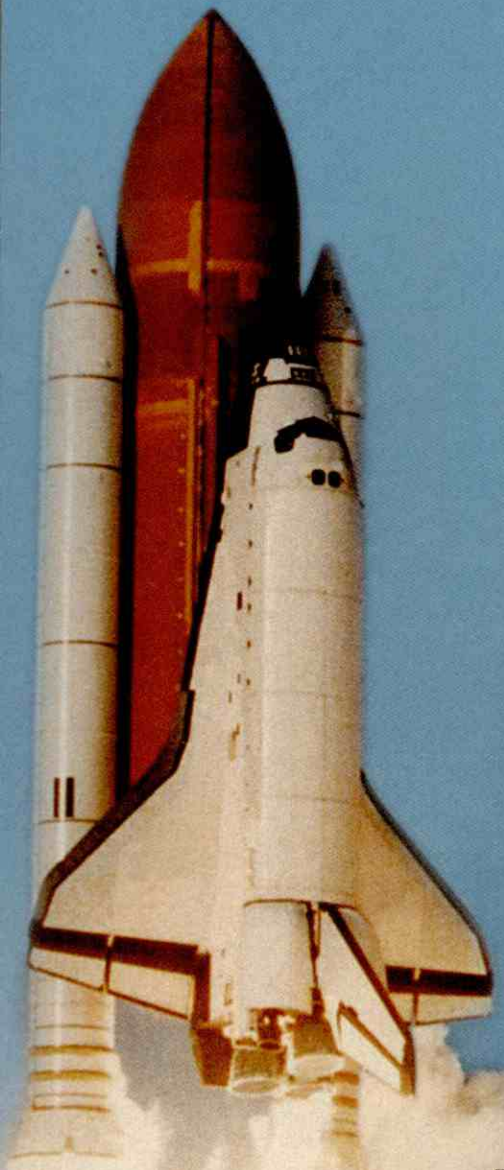
ارتباطات الانترنت

- تحرَّ خصائص الفقّاعات واكتشف كيف تصنع مزيج فقاعات خاص بك. *bubbles.org/html/round.htm*
- انقر على "Air" ثم "Drinking with a straw" لتعرف كيف أن ضغط الهواء يدفع السائل في قشّة المص. *www.bbc.co.uk/sia/home.html*
- اعرف المزيد عن الروائح. *www.howstuffworks.com/question139.htm*
- جرب هذه التجربة لترى إن كان حجم الغاز يتغيّر بتغيّر درجة الحرارة. *library.thinkquest.org/2690/exper/exp1.htm*
- تعلّم كيف يستخدم الغاز للتبريد في الثلاجات. *www.howstuffworks.com/refrig.htm*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

العناصر

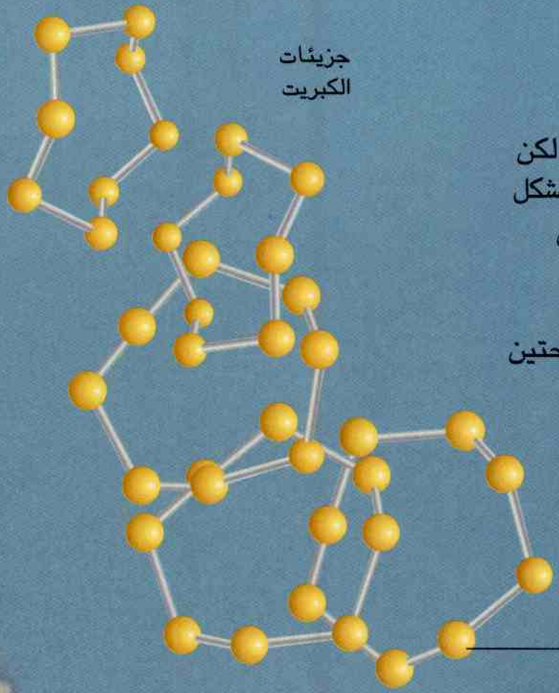
العنصر مادِة تحتوي على نوع واحد فقط من الذرّات، وهي الجُسَيمات الدقيقة التي تتكوّن منها كل المواد. الكبريت والهليوم والحديد عناصر على سبيل المثال: فهي لا تحتوي إلا على ذرّات الكبريت والهليوم والحديد، ولا يمكن تفكيكها إلى مواد أكثر بساطة.



يعتمد مكّوك الفضاء على حرق العناصر للانطلاق نحو الفضاء. فهو يحرق الهيدروجين اللافلزّي (المخزون في خزّان الوقود الخارجي الملوّن بالأحمر المائل إلى البني) وفلزّ الألمنيوم المسحوق (المخزون في الصاروخين الأبيضين).

تصنيف العناصر

اكتُشف حتى الآن 115 عنصراً، لكن يوجد 90 منها فقط في الأرض بشكل طبيعي. ويمكن تصنيف المواد إلى فلزّات ولا فلزّات وأشباه فلزّات وترتيبها في جدول يدعى الجدول الدوري، تجده معروضاً في الصفحتين 28-29.



الكبريت واحد من العناصر التسعين الموجودة في الأرض بشكل طبيعي. وهو لا فلزّ وتشكل جزيئاته، كما يبيّن الرسم، أشكالاً حلقية غير منتظمة تتكوّن من ثماني ذرّات.

العناصر الفلزّية

ثلاثة أرباع العناصر أو يزيد عناصر فلزيّة. ومعظم العناصر الفلزّيّة كثيفة ولماعة. وتتعدّد استخداماتها لأنها قويّة ومن السهل تشكيلها. كما أنها موصِلة جيّدة للحرارة والكهرباء. وتوجد الفلزّات عادة متحدة مع عناصر أخرى في قشرة الأرض (انظر الصفحتين 26-27).

هنا يُبسط الألمنيوم بالدلفنة إلى صفائح طويلة ورقيقة. ويمكن إعادة تشكيلها بسهولة دون أن تنكسر نظراً لانزلاق ذرّاتها المتراصّة بعضها فوق بعض.

بيوض الشوكولا هذه مغلفة بورق ألمنيوم رقيق لكي تُحفظ طازجة. والألمنيوم هو أكثر الفلزّات شيوعاً في الأرض.

اللافلزّات

هناك ستة عشر عنصراً **لافلزيًا** موجوداً في الطبيعة. وكلها (باستثناء الغرافيت، وهو شكل من أشكال الكربون) عازلة للحرارة والكهرباء.

أربعة من اللافلزّات (الكبريت والكربون والفسفور واليود) تكون جامدة عند درجة حرارة الغرفة والبروم سائل. أما الأحد عشر عنصراً الأخرى فهي غازات.

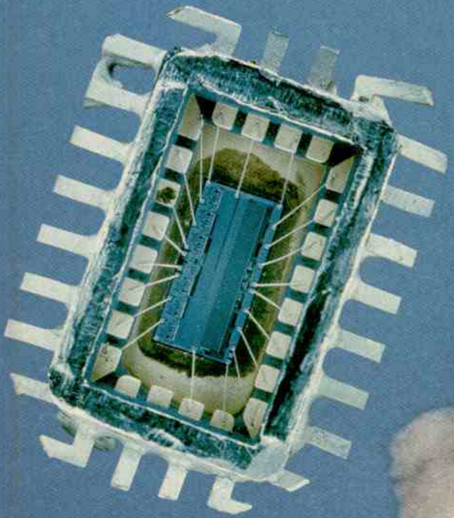
أشباه الفلزّات

أشباه الفلزّات يمكن أن تكون موصّلات رديئة على غرار اللافلزّات. ويمكن أيضاً أن تصبح موصّلات جيدة مثل الفلزّات. ولذلك تسمّى هذه العناصر شبه الفلزّية **أشباه الموصّلات**. وثمة تسعة أشباه فلزّات (انظر اللائحة إلى اليسار)، وهي كلها جوامد عند درجة حرارة الغرفة.

يُستخدم الجرمانيوم شبه الفلزّي لصنع ترانزستورات* كهذا. وهي تستخدم في الراديو.

اللافلزّات	
هيدروجين	كبريت
هليوم	كلور
كربون	أرغون
نتروجين	بروم
أكسجين	كريبتون
فلور	يود
نيون	زينون
فسفور	رادون

أشباه الفلزّات	
بورون	أنتيمون
سليكون (سليسيوم)	تلوريوم
جرمانيوم	بولونيوم
زرنيخ	أستاتين
سيلينيوم	



يُستخدم السليكون في صنع الدارات (الدوائر) المتكاملة* مثل هذه. المسارات المجهرية في الدارة توصل النبضات الكهربائية أو تعيقها.

تحقّق بنفسك

إن معرفة مقدار حسن توصيل المادة للحرارة يكشف إن كانت فلزّية أو لا فلزّية. جرّب التجربة التالية.

تحتاج إلى عدّة أجسام طويلة مثل ملعقة معدنية وملعقة خشبية ومسطرة بلاستيكية. ضع قطعة من الزبدة الباردة قرب طرف كل جسم.

ضع الأجسام في قدح مليء بالماء الدافىء.

تذيب الحرارة قطعة الزبدة عندما تنتقل عبر الجسم. يجب أن ترى أن الزبدة تذوب على الأجسام المعدنية أوّلاً، لأن الفلزّات موصّلات أفضل من اللافلزات للحرارة. وفي نهاية المطاف، يذيب دفء الهواء الزبدة على كل الأجسام.

ارتباطات الانترنت

- درس تفاعلي على الشبكة عن العناصر. ippex.pppl.gov/ippex/module_3/elements.html
- تعلّم عن العناصر ورموزها الكيميائية من خلال هذه الألعاب التفاعليّة. www.quia.com/jg/3.html
- حقائق موضّحة بالصور عن كثير من العناصر. www.galleries.com/minerals/elements/class.htm
- معلومات مفصّلة عن أشباه الفلزّات واللافلزّات. يمكنك انتقاء مجموعات من العناصر الأخرى من اللائحة على يسار الشاشة. www.chemicalelements.com/groups/metalloids.html www.chemicalelements.com/groups/nonmetals.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*ترانزستورات، 237؛ دارات متكاملة، 239.

العناصر في الأرض

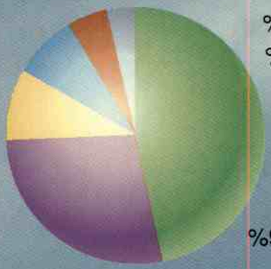
يمكن صقل بعض المعادن، مثل هذا الخلقدوني، لصنع أجسام زخرفية جميلة.

تسمّى الطبقة الخارجية من الأرض **القشرة**. ويتكوّن معظمها من خمسة عناصر فقط. ومن النادر أن تتواجد هذه العناصر بمفردها، رغم أن بعضها يكون كذلك كالذهب. وهي توجد في الغالب على شكل مواد متّحدة تدعى **مركّبات**. تسمى العناصر النقيّة والمتحدة الموجودة في قشرة الأرض **معادن**. وتسمّى المعادن التي تحتوي على الفلزّات **خامات** أو **ركائز**.

العناصر الشائعة

الأكسجين هو العنصر الأكثر شيوعاً في قشرة الأرض. وغالباً ما يوجد متحداً مع السليكون، ثاني أكثر العناصر شيوعاً، ومع الألمنيوم والحديد، أكثر الفلزّات شيوعاً.

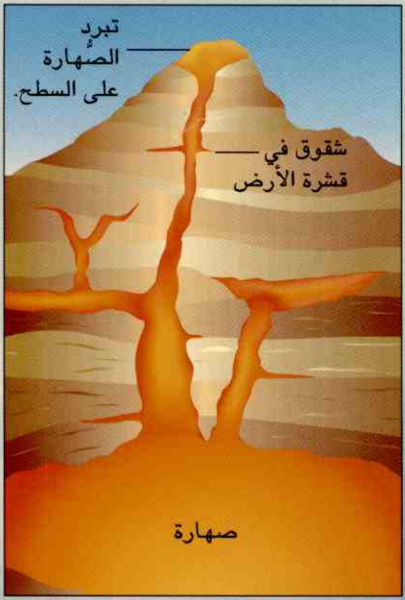
يبيّن المخطّط الدائري النسب الحجمية لخمسة عناصر رئيسية في قشرة الأرض.



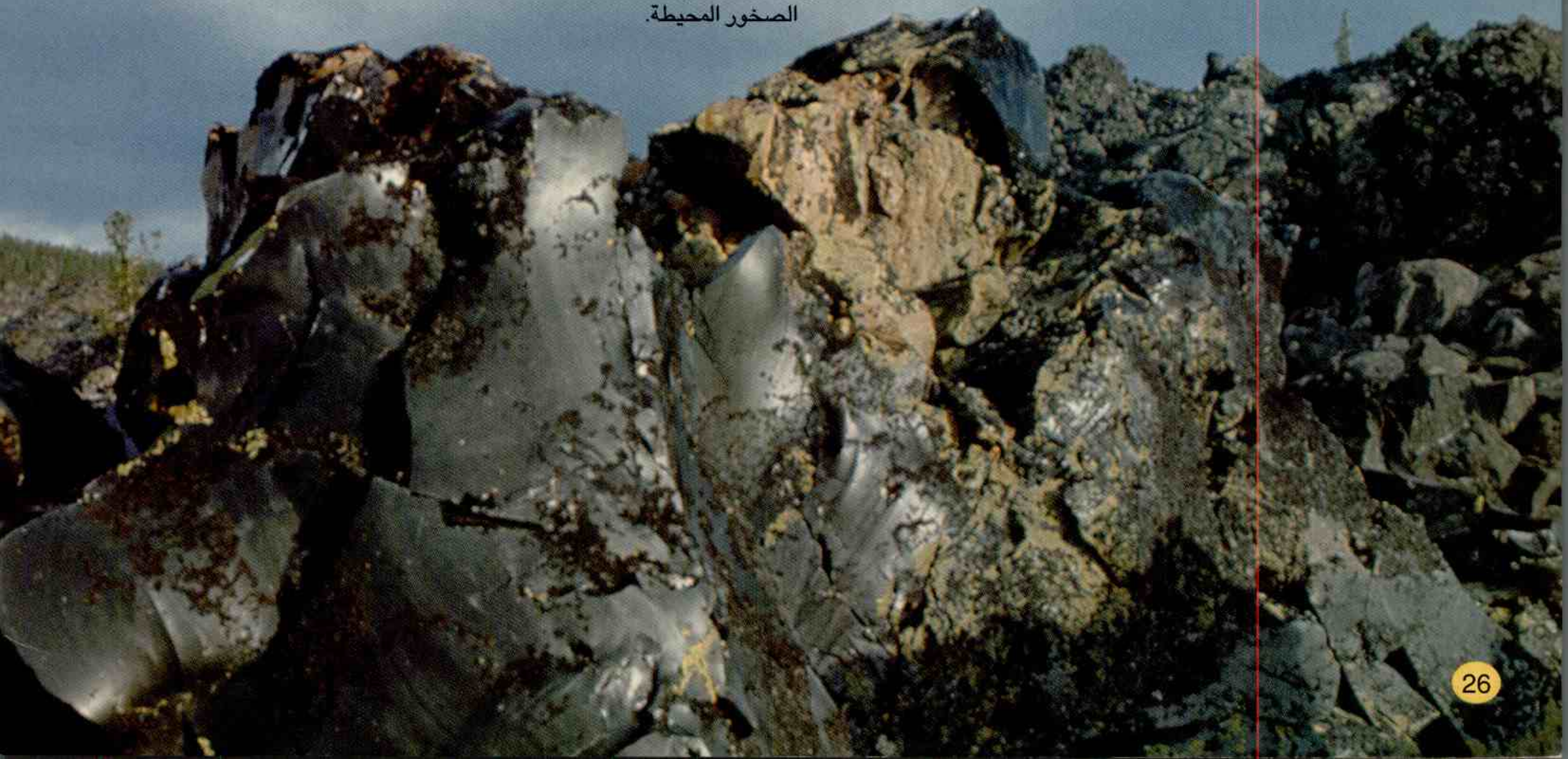
تكوّن المعادن

تتكوّن معظم المعادن عندما تندفع **الصُهارة** (صخر منصهر يحتوي على غازات ذائبة) من باطن الأرض تحت القشرة وتبرد وتجمد.

تُحدِّد الظُروف الموجودة في مكان ابتراد الصُهارة نوع المعادن التي تتشكّل. وتتكوّن الأشكال الهندسيّة المسمّاة **بلّورات** عندما تبرد المعادن ببطء. وقد تكون عملية الابتراد سريعة جدًا بحيث لا يوجد متّسع من الوقت لتبلّر المعدن. ويتشكل نوع من الزجاج الأسود اللمّاع، يُدعى السَّبَج في مثل هذه الظروف.



تكون الصُهارة الذائبة أقل كثافة من القشرة المحيطة. فترتفع عبر الشقوق وتبرد لتشكل المعادن.



تبيّن هذه الصورة كتل ضخمة من السَّبَج الأسود اللامع تبرز عن الصخور المحيطة.

مجموعات المعادن

تُقسم المعادن إلى مجموعات وفقاً للعناصر التي تتكوّن منها. وتسمّى المعادن المكوّنة من عنصر واحد **عناصر طبيعيّة**.

فِضّة خالصة على قطعة من الصخر

تحتوي هذه الصخرة على حُبَيبات من الذهب الخالص.

الماس بلّورات من الكربون الصِرف. ويوجد معظمه في صخر يدعى كمبرليت يتكوّن تحت حرارة وضغط عظيمين.

السليكات التي تحتوي على السليكا (السليكون متّحداً مع الأكسجين) هي أكبر المجموعات، وتكوّن ما يصل إلى 92% من المعادن في القشرة.

البريل هو سليكات مكوّنة من عناصر السليكون والأكسجين والألمنيوم والبريليوم.

الكربونات معادن تحتوي على عناصر متّحدة مع الكربون والأكسجين. وهي أكثر المعادن وفرة بعد السليكات.

السميثونيت هو كربونات الزنك.

المالاكيت هو كربونات النحاس. وغالباً ما يُصقل ويُستخدم في المجوهرات.

الهاليدات مجموعة من المعادن تحتوي على عناصر هالوجينيّة*.

يتكوّن الملح الصخري (هاليت) عندما يتبخّر الماء المالح.

الكبريتيدات مجموعة من المعادن تحتوي على عناصر متّحدة مع الكبريت.

يتكوّن السفالريت من الزنك والكبريت. ويُستخرج معظم الزنك في العالم من هذا الخام.

الفسفات معادن تتكوّن عندما يتفاعل الأكسجين مع عناصر أخرى.

الفَيْروز معدن شبه نفيس، وهو فسفات الألمنيوم والنحاس.

وتتّحد كثير من العناصر مع الأكسجين في قشرة الأرض لتكوّن مجموعة المعادن التي تسمّى **أكاسيد**.

الهيماتيت أكسيد حديد أحمر يستخدم لإنتاج الحديد. ويسمّى أيضا «الحجر الكلوي» بسبب شكله.

وثمة عدد من مجموعات المعادن الأخرى التي تحتوي على الأكسجين. ولهذه المجموعات أسماء تنتهي بـ «ات». ويبيّن القسم الأول من أسمائها (انظر أدناه) العناصر التي تحتوي عليها.

مجموعة المعادن	العنصر
بورات	بورون
تنغستانات	تنغستن
زرنيخات	زرنيخ
فانادات	فاناديوم
كبريتات	كبريت
كرومات	كروم
موليبدات	موليبدنوم
نترات	نتروجين

تحقّق بنفسك

تتكون الصخور من مزيج من المعادن. إذا عاينت صخرة بعدسة مكبّرة يمكنك أن ترى أحياناً المعادن المختلفة فيها.

قطعة مكبّرة من الغرانيت

ارتباطات الانترنت

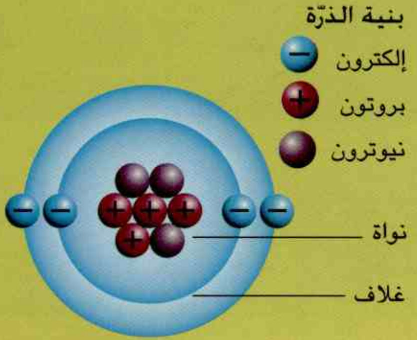
- تعريف شامل للمعادن. www.infoplease.com/ce6/sci/A0833286.html
- دليل من الألف إلى الياء لمعادن الأرض. www.minerals.net/mineral/index.htm
- اكتشف كيف تميز المعادن وتجمعها، أو تنمّي بلورات خاصة بك. www.sdnhm.org/kids/minerals/index.html
- موقع على الوب يبيع المعادن، لكن بإمكانك مشاهدة الصور مجّاناً. www.themineralvug.com/
- معلومات كثيرة عن الصخور والمعادن مع أسئلة اختبار. master.ph.utexas.edu/Vicki/studW.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*هالوجينات، 48.

الجدول الدوري

الجدول الدوري ترتيب للعناصر وفقاً لتزايد العدد الذرّي (عدد البروتونات في النواة). يُمثَّل كل عنصر بمربع يحتوي على رمزه الكيميائي وعدده الذرّي وكتلته الذرّية النسبية (انظر أقصى اليسار). وتقدِّم بعض النسخ، كهذه المبينة هنا، أسماء العناصر. وتضاف العناصر الجديدة عندما تكتشف.



قراءة الجدول

الجدول مرتّب في صفوف وأعمدة. وعندما تنظر إلى الجدول ترى أن صفوفه (تسمى **الأدوار**) وأعمدته (تسمى **المجموعات**) مرقمة.

الأدوار

يُرقّم كل دور من 1-7. ويكون لذرّات كل العناصر في دورة واحدة العدد نفسه من الأغلفة. مثال ذلك، يكون للعناصر في الدور 2 غلافان وفي الدور 3 ثلاثة أغلفة.

عند التحرّك من اليسار إلى اليمين في الدِور، يزيد كل عنصر إلكتروناً واحداً في الغلاف الخارجي لذرّته. ويؤدّي ذلك إلى نمط منتظم إلى حدّ ما من السلوك الكيميائي للعناصر في الدور نفسه.

المجموعات

لكل مجموعة رقم روماني، من I إلى VIII. ويكون للعناصر في المجموعة الواحدة العدد نفسه من الإلكترونات في الغلاف الخارجي. وهذا يعني أنها تتصرّف بطريقة واحدة من الناحية الكيميائية.

الفلزّات الانتقالية

			III	IV	V	VI	VII	VIII
								2 He Helium هليوم 4
			5 B Boron بورون 10.8	6 C Carbon كربون 12.0	7 N Nitrogen نتروجين 14.0	8 O Oxygen أكسجين 16.0	9 F Fluorine فلور 19.0	10 Ne Neon نيون 20.2
			Al Aluminium ألومنيوم 27.0	14 Si Silicon سليكون 28.1	P Phosphorus فسفور 31.0	S Sulphur كبريت 32.1	17 Cl Chlorine كلور 35.5	18 Ar Argon أرغون 39.9
28 Ni Nickel نيكل 58.7	29 Cu Copper نحاس 63.5	30 Zn Zinc خارصين 65.4	31 Ga Gallium غاليوم 69.7	32 Ge Germanium جرمانيوم 72.6	33 As Arsenic زرنيخ 74.9	34 Se Selenium سلينيوم 79.0	35 Br Bromine بروم 79.9	36 Kr Krypton كريبتون 83.8
46 Pd Palladium بلاديوم 106.4	47 Ag Silver فضّة 107.9	48 Cd Cadmium كادميوم 112.4	49 In Indium إنديوم 114.8	50 Sn Tin قصدير 118.7	51 Sb Antimony أنتيمون 121.8	52 Te Tellurium تلوريوم 127.6	53 I Iodine يود 126.9	54 Xe Xenon زينون 131.3
78 Pt Platinum بلاتين 195.1	79 Au Gold ذهب 197.0	80 Hg Mercury زئبق 200.6	81 Tl Thallium ثاليوم 204.4	82 Pb Lead رصاص 207.2	83 Bi Bismuth بزموث 209.0	84 Po Polonium بولونيوم (209)	85 At Astatine أستاتين (210)	86 Rn Radon رادون (222)
110 Uun Ununnilium أونونيليوم (269)	111 Uuu Unununium أونونونيوم (272)	112 Uub Ununbium أوننبيوم (277)		114 Uuq Ununquadium أوننكواديوم (285)		116 Uuh Ununhexium أوننهكسيوم (289)		118 Uuo Ununoctium أوننوكتيوم (293)

الفلزّات الانتقالية الداخلية

64 Gd Gadolinium غادولينيوم 157.2	65 Tb Terbium تربيوم 158.9	66 Dy Dysprosium ديسبروسيوم 162.5	67 Ho Holmium هوليوم 164.9	68 Er Erbium إربيوم 167.3	69 Tm Thulium ثوليوم 168.9	70 Yb Ytterbium إيتيربيوم 173.0
96 Cm Curium كوريوم (247)	97 Bk Berkelium بركليوم (247)	98 Cf Californium كاليفورنيوم (251)	99 Es Einsteinium أينشتينيوم (252)	100 Fm Fermium فرميوم (257)	101 Md Mendelevium مندلفيوم (258)	102 No Nobelium نوبليوم (259)

العناصر 57-70 تسمّى اللانتانيدات أو الأتربة النادرة.

العناصر 89-102 تسمّى الأكتينيدات أو الأتربة النادرة المشعّة.

السلوك المتشابه

في هذا الجدول الدوري، تلوّن كل العناصر التي تتصرّف بطرق متماثلة إلى حدّ ما بالخلفية نفسها. وفيما يلي نقدّم شرحاً للكود اللوني.

اللافلزّات
معظمها جامد أو غازيّ وغير لمّاع. تنصهر وتغلي عند درجات حرارة متدنيّة.

أشباه الفلزّات
لهذه العناصر مزيج من خصائص الفلزّات واللافلزّات.

الفلزّات
كلها جامدة (باستثناء الزئبق، وهو سائل). وهي لمّاعة عموماً ولها نقاط انصهار مرتفعة.

الفلزّات الانتقالية قاسية ومتينة بمعظمها. ويستخدم كثير منها في الصناعة والمجوهرات.

الفلزّات الانتقالية الداخلية نادرة وتميل إلى التفاعل بسهولة مع العناصر الأخرى ما يجعل استخدامها صعباً في حالتها الطبيعية.

رمز الشكل

لكل عنصر مربع منفصل في الجدول الدوري يضم المعلومات أدناه.

50	العدد الذرّي
Sn	الرمز الكيميائي
Tin قصدير	الاسم
118.7	الكتلة الذرّية النسبية

الهيدروجين هو أخفّ العناصر. يبلغ عدده الذرّي 1، وهو لافلزّ، لذا يوضع منفصلاً.

رقم الدور / رقم المجموعة	I	II							
1	1 H Hydrogen هيدروجين 1.0								
2	3 Li Lithium ليثيوم 6.9	4 Be Beryllium بريليوم 9.0							
3	11 Na Sodium صوديوم 23.0	12 Mg Magnesium مغنيسيوم 24.3							
4	19 K Potassium بوتاسيوم 39.1	20 Ca Calcium كالسيوم 40.1	21 Sc Scandium سكانديوم 45.0	22 Ti Titanium تيتانيوم 47.9	23 V Vanadium فاناديوم 50.9	24 Cr Chromium كروم 52.0	25 Mn Manganese منغنيز 54.9	26 Fe Iron حديد 55.9	27 Co Cobalt كوبلت 58.9
5	37 Rb Rubidium روبيديوم 85.5	38 Sr Strontium سترنسيوم 87.6	39 Y Yttrium إيتريوم 88.9	40 Zr Zirconium زركونيوم 91.2	41 Nb Niobium نيوبيوم 92.9	42 Mo Molybdenum موليبدنوم 95.9	43 Tc Technetium تكنشيوم (98)	44 Ru Ruthenium روثينيوم 101.1	45 Rh Rhodium روديوم 102.9
6	55 Cs Caesium سيزيوم 132.9	56 Ba Barium باريوم 137.3	71 Lu Lutetium لوتيسيوم 175.0	72 Hf Hafnium هفنيوم 178.5	73 Ta Tantalum تنتالوم 181.0	74 W Tungsten تنغستن 183.8	75 Re Rhenium رنيوم 186.2	76 Os Osmium أزميوم 190.2	77 Ir Iridium إريديوم 192.2
7	87 Fr Francium فرانسيوم (223)	88 Ra Radium راديوم (226)	103 Lr Lawrencium لورنسيوم (262)	104 Rf Rutherfordium رذرفورديوم (261)	105 Db Dubnium دوبنيوم (262)	106 Sg Seaborgium سيبورغيوم (266)	107 Bh Bohrium بوريوم (264)	108 Hs Hassium هاسيوم (269)	109 Mt Meitnerium ميتنيريوم (268)

الكتل الذرّية النسبية للعناصر المشعّة* غير المستقرّة تعرض بين قوسين.

العناصر ذات الأعداد الذرّية 57-70 تنتمي إلى الدور 6.

العناصر ذات الأعداد الذرّية 89-102 تنتمي إلى الدور 7.

57 La Lanthanum لنثانوم 138.9	58 Ce Cerium سيريوم 140.1	59 Pr Praseodymium براسوديميوم 140.9	60 Nd Neodymium نيوديميوم 144.2	61 Pm Promethium بروميثيوم (145)	62 Sm Samarium ساماريوم 150.4	63 Eu Europium يوروبيوم 152.0
89 Ac Actinium أكتنيوم (227)	90 Th Thorium ثوريوم 232.0	91 Pa Protactinium بروتكتينيوم 231.0	92 U Uranium يورانيوم 238.0	93 Np Neptunium نبتونيوم (237)	94 Pu Plutonium بلوتونيوم (244)	95 Am Americium أمريشيوم (243)

*نشاط إشعاعي، 114-115.

الكتلة الذرية النسبية

الكتلة الذرية النسبية هي متوسط العدد الكتلي للذرّات في عيّنة من العنصر. (والعدد الكتلي هو العدد الإجمالي للبروتونات والنيوترونات في النواة). عند التحرّك في الجدول الدوري تزداد العناصر ثقلاً. مثال ذلك، الهيدروجين (الكتلة الذرّية النسبية: 1) هو أخفّ العناصر والروثينيوم (101.1) يفوقه ثقلاً بأكثر من مئة ضعف.

مجموعات ذات أسماء

لبعض المجموعات في الجدول الدوري أسماء. مثال ذلك، الفلزّات في المجموعة I كلها معادن قِلويّة، والمجموعة II هي فلزّات ترابيّة قلويّة. العناصر في المجموعة VII هي الهالوجينات، والمجموعة VIII (تسمّى أحياناً المجموعة0) تدعى الغازات الخاملة.

نسخة مختلفة

ثمة نسخة بديلة للجدول الدوري تعرضه مقسّماً إلى 18 مجموعة لا ثماني. ويتحقق ذلك بالتعامل مع كل عمود من قسم الفلزّات الانتقالية في الجدول بمثابة مجموعة منفصلة، مرتبة من 3-12. وفي هذه النسخة يشار إلى كل المجموعات بالأرقام العادية لا الرومانية.

ارتباطات الانترنت

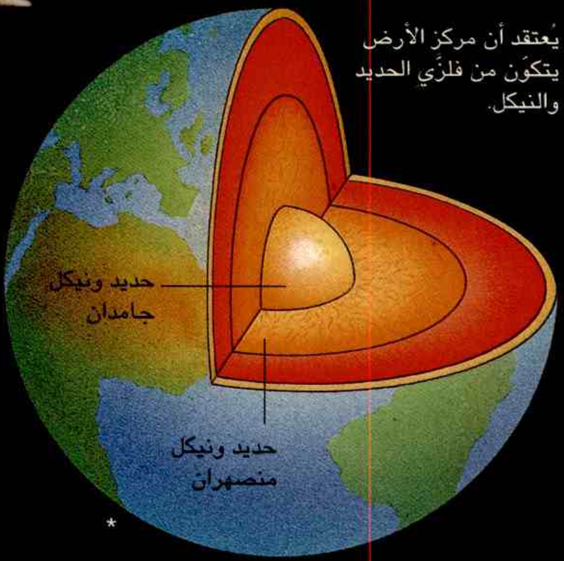
- جدول دوري تفاعلي مدهش بتفاصيله، مع صوت ورسوم متحركة
www.webelements.com
- اكتشف أصول الجدول الدوري
www.colorado.edu/physics/2000/periodic_table/index.html
- العب مباراة عن الجدول الدوري
www.funbrain.com/periodic/index.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks"

الفلزّات

تشترك كلّ الفلزّات بخصائص معينة. فهي مثلاً لمّاعة وموصّلة للكهرباء. وتصنّف وفقاً لطريقة سلوكها. البوتاسيوم والصوديوم، مثلاً، شديدا التفاعل ويتفاعلان بعنف مع الهواء والماء، فيما فلزّات أخرى، مثل الذهب، لا تتفاعل البتّة.

تحتوي الألعاب النارية على مركبات فلزّية تحترق بألوان باهرة.



يُعتقد أن مركز الأرض يتكوّن من فلزّي الحديد والنيكل.

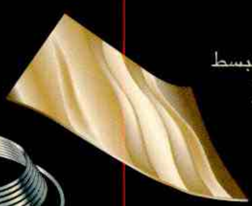
الساسلة التفاعلية

خصائص الفلزّات

كل الفلزّات باستثناء الزئبق جامدة عند درجة حرارة الغرفة (20°م)، وهي موصّلات جيّدة للكهرباء والحرارة. وهي لمّاعة عندما تقطع، وبعضها مغنطيسي مثل الحديد والنيكل.

الفلزّات التي تُسحب لصنع الأسلاك توصفُ بأنها **مطيلة**. تسمّى تلك التي يمكن طرقها لبسطها طروقة أو **مطاوعة**.

سلك فلزّي



لوح منبسط من فلزّ طروق

السلسلة التفاعلية

السلسلة التفاعلية لائحة بالفلزّات تبيّن مدى تفاعليتها. ويحدّد موقع كل فلزّ بملاحظة كيفية سلوكه أثناء التفاعلات التي تشمل فلزّات أخرى. مثال ذلك، الفلزّات الأكثر تفاعلاً تجذب الأكسجين من الفلزّات الأقل تفاعلاً.

من الصعب فصل الفلزّات التفاعلية عن المعادن التي توجد فيها، فيما يمكن إيجاد الفلزّات الأقلّ تفاعلاً كفلزّات نقيّة.

النّحاس هو الفلزّ الأقل تفاعلاً بين الفلزّات التي تنتج بتكاليف معقولة. ويستخدم في الأنابيب وخزّانات الماء الساخن والأسلاك الكهربائية.

يُحفظ الصوديوم والبوتاسيوم في الزيت لأنهما يتفاعلان مع الماء والهواء بعنف.

تحقّق بنفسك

الفلزّات موصِّلة للكهرباء، لذا ثمة طريقة بسيطة لاختبار ما إذا كان شيء ما مصنوعاً من فلزّ عن طريق إمرار تيّار كهربائي عبره. يمكنك تجربة ذلك بنفسك باستخدام دائرة كهربائية بسيطة.

تحتاج إلى:

3 قطع من سلك نحاسيّ معزول طول كل منها 20 سم
بطارية 4.5 فلط
لمبة 3.5 فلط وحامل لها

استخدم سلكاً ولفّ طرفيه حول أحد طرفي البطارية والطرف الثاني حول أحد طرفي حامل اللمبة. لفّ أحد طرفي سلكٍ ثانٍ حول طرف حامل اللمبة الآخر. لف أحد طرفي السلك الثالث حول طرف البطارية الآخر. (يمكنك استخدام شريط لاصق لتثبيت الأسلاك).

احمل هذه الترتيبة في البيت ملامساً نهايتي السلكين الطليقتين بجسم ما كل مرّة. إذا لامس السلكان فلزّاً تسري الكهرباء عبره فتضيء اللمبة.

تنبيه
لا تستخدم مأخذ الكهرباء في هذه التجربة البتة، فقد يقتلك.

ارتباطات الانترنت

- اكتشف كيف تُصنع الألعاب النارية، ثم العب لعبة "Name that Boom".
www.nationalgeographic.com/world/0007/fireworks/blast1.html
- معلومات مفيدة حول الفلزات وخصائصها.
www.sciencenet.org.uk/database/Chemistry/Materials/c00142c.html
- كل أنواع المعلومات المثيرة والمفيدة عن الألعاب النارية.
tqjunior.thinkquest.org/5717/
- معلومات أساسية عن كثير من الفلزّات الشائعة
library.thinkquest.org/J002744/adlm-mtls.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

اختبارات اللهب

عندما تحترق بعض الفلزّات تنتج لهباً ذا لون متميّز. ويمكن استخدام حرق المادة كطريقة لاختبار وجود فلزّ معيّن. تحمل المادة داخل اللهب على سلك بلاتيني غير متفاعل.

بوتاسيوم أثناء اختبار اللهب

مجموعات الفلزّات

يمكن تصنيف الفلزّات في مجموعات وفقاً لخصائصها الكيميائية وطريقة سلوكها. وهناك خمس مجموعات رئيسية من الفلزّات، تسمّى الفلزّات النبيلة والفلزّات القلوية، وفلزّات الأتربة القلويّة والفلزّات الرديئة والفلزّات الانتقالية. وبعض الفلزّات النبيلة هي فلزّات انتقالية أيضاً.

النُحاس في هذا الخام غير متفاعل مع أي من العناصر. النحاس من الفلزّات النبيلة.

الفلزّات النبيلة

الفلزات النبيلة (أو المعادن الكريمة) هي تلك التي توجد كفلزّات نقيّة في قشرة الأرض، لا كجزء من مركبات أخرى. وهذه الفلزات هي النحاس والبلاديوم والفضة والبلاتين والذهب.

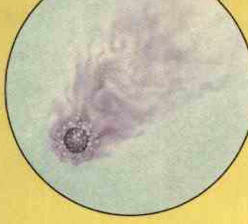
الفلزّات النبيلة غير متفاعلة (انظر السلسلة التفاعلية، الصفحة 30). ولا تتحدّ بسهولة مع عناصر أخرى لتشكيل مركبات.

ونظراً لأن الفلزّات النبيلة غير متفاعلة، فإنها لا تتآكل بسهولة وتستعمل في المجوهرات والنقود المعدنية. والذهب شديد اللاتفاعل، ولا تزال القطع الذهبية القديمة لامّاعة حتى الآن.

هذا القناع الذهبي الإغريقي القديم لم يكن مطفأ اللمعة عندما عُثر عليه.

الفلزّات القِلويّة

الفلزّات القِلويّة ستة فلزّات شديدة التفاعل، تضمّ الصوديوم والبوتاسيوم، وتشكل المجموعة I من الجدول الدوري. نقاط انصهارها متدنية، ينصهر البوتاسيوم عند 64°م، وهي طريّة ويمكن قطعها بالسكين. وهي تكوّن محاليل قِلوية* عندما تتفاعل مع الماء، ولذلك تسمّى الفلزّات القلوية.



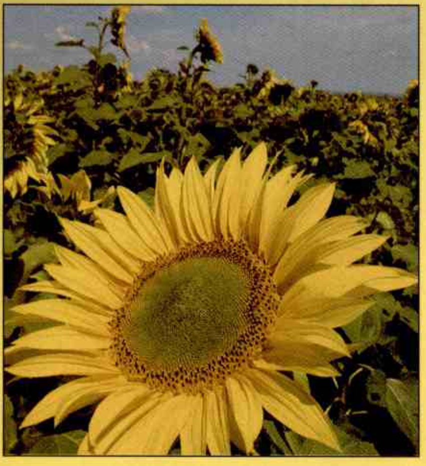
يتفاعل البوتاسيوم بعنف مع الماء، فيعطي الهيدروجين الذي ينفجر في لهب ليلكيّ اللون.

فلزّات الأتربة القِلوية

فلزّات الأتربة القلوية ستة فلزّات، تضم المغنيزيوم والكلسيوم والباريوم، وتشكل المجموعة II من الجدول الدوري. وتوجد هذه الفلزّات في كثير من المعادن المختلفة في قشرة الأرض. مثال ذلك، يوجد الكلسيوم في الكلسيت، ويشكل عروقاً في الحجر الجيري والطباشير.

فلزّات الأتربة القلوية أقل تفاعلية من الفلزّات القلوية. وهي أقسى ولها نقاط انصهار أعلى.

تحتوي هذه الصدفة على كميّات من الكلسيوم، على شكل كربونات الكلسيوم.



يوجد المغنيزيوم في الكلوروفيل، وهو الخضاب الأخضر الذي تحتاج إليه النباتات للتخليق الضوئي.

*قلوي، 85.

الفلزّات الانتقالية

يمكن اعتبار الفلزّات الانتقالية فلزّات مثالية، فهي قوية وصلدة ولماعة ولها نقاط انصهارٍ عالية. وهي أقل تفاعلاً من الفلزّات القلوية وفلزّات الأتربة القلوية.

الحديد والذهب والفضة والكروم والنحاس كلها فلزّات انتقالية. ومن السهل تشكيلها، ولها كثير من الاستخدامات الصناعية، بمفردها وكسبائك (انظر الصفحة التالية).

هيكل هذه الدرّاجة مصنوع بمعظمه من التيتانيوم، وهو فلزّ انتقالي خفيف جداً وشديد القوّة.

الفلزّات الرديئة

الفلزات الرديئة مجموعة من تسعة معادن: الأنتيمون والألمنيوم والغاليوم والإنديوم والقصدير والثاليوم والرصاص والبزموث والبولونيوم. وهي مصنّفة في مجموعة إلى يمين الفلزّات الانتقالية في الجدول الدوري.

الفلّزات الرديئة طرية بشكل عام ولا تستخدم كثيراً بمفردها. ورغم ذلك يستخدم العديد منها في صنع مواد مفيدة.

الألمنيوم أحد الفلزّات الأقل كثافة. الرصاص بالمقابل كثيف جدًا ويستخدم في المستشفيات كحاجز دارىء للأشعة السينية.

تحقّق بنفسك

تُصنع كثير من حشوات الأسنان باستخدام الزئبق، وهو فلزّ انتقالي. والحشوة المرتكزة إلى الزئبق (تدعى **ملغم السنّ**) غير مكلِفة ومقاومة للبِلى ويسهل على أطباء الأسنان تشكيلها (بالكبس). ولون الحشوات المصنوعة من الزئبق رمادي فاتح غير لماع.

ربما تلاحظ أيضاً أن بعض الناس لديهم حشوات أو أسنان بأكملها مصنوعة من فلزّ كريم، وبخاصة الذهب. يستخدم الذهب كحشوة لأنه أكثر مقاومة للبلى من حشوة الزئبق، لذا يدوم مدّة أطول. وتصنع أسنان بأكملها من الذهب لأنه غير قابل للكسر.

ارتباطات الانترنت

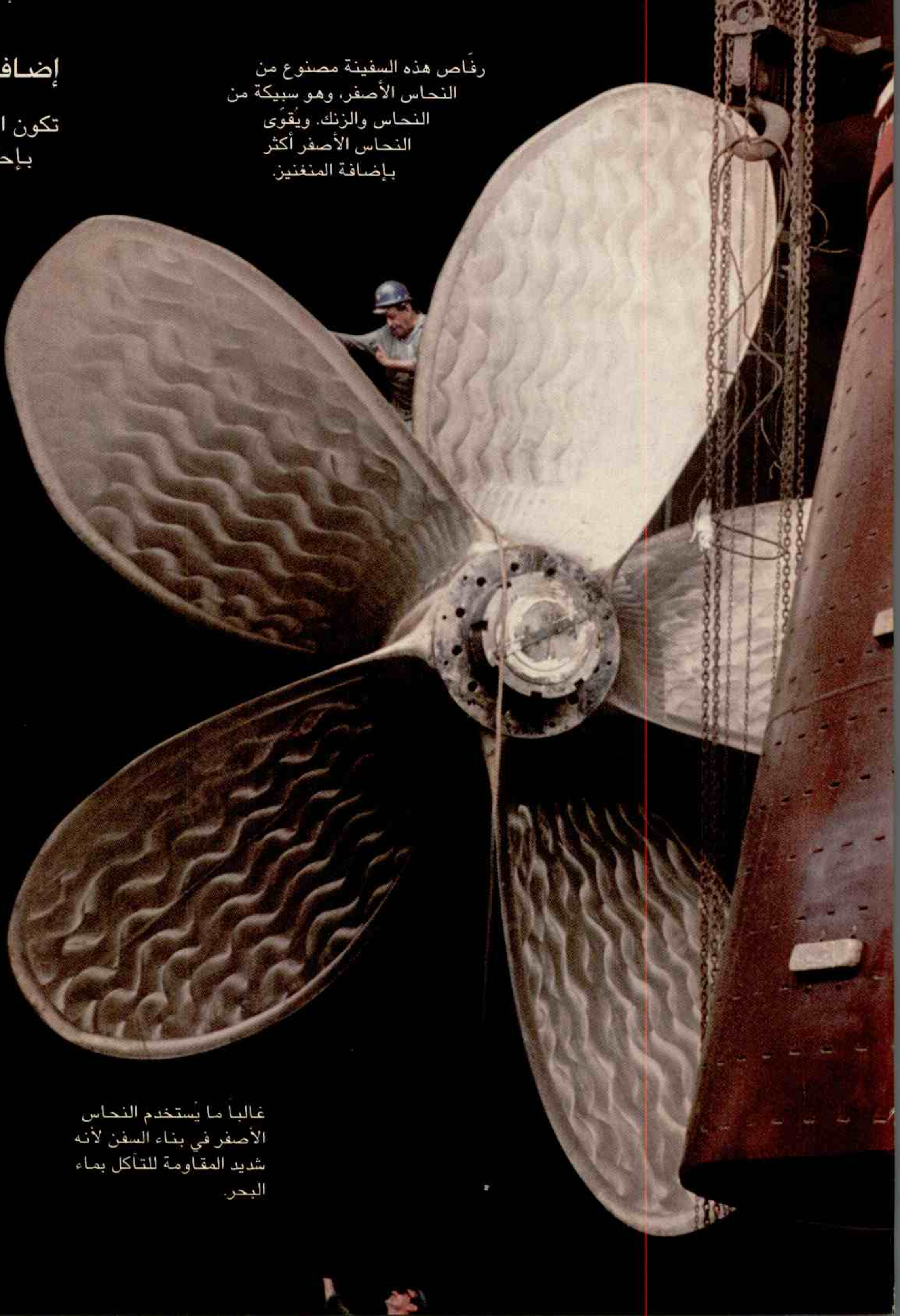
- عاين مجموعات الفلزات الملوّنة في الجدول الدوري ثم احصل على معلومات عن خصائصها.
  www.spartechsoftware.com/reeko/PeriodicTable.htm
- قاموس شامل عن مصطلحات الفلزّات
  www.metal-mart.com/dictlist.htm
- انقر على "Midlands Metal Working Trail" و"North Wail Slate and Copper Trail" لإيجاد معلومات عن تراث أشغال بعض الفلزّات في بريطانيا.
  www.bbc.co.uk/history/programmes/dibnah/dibnah99/trails.shtml
- معلومات عامة عن النحاس، بما في ذلك تاريخه واستخداماته. يمكنك أيضاً اكتشاف كيفية استخراجه ومعالجته.
  www.copper.org/general/homepage.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

السبائك

السبيكة هي أي خليط من فلزّين أو أكثر، أو فلزّ ومادّة أخرى. وتصنع السبائك لأنها تجمع بين خصائص الفلزّات المختلفة التي تكوّنها، مثل الخفة والقوّة.

الفولاذ الذي لا يصدأ، مثل ذلك المستخدم في أدوات المائدة، هو سبيكة من الفولاذ والنيكل والكروم.



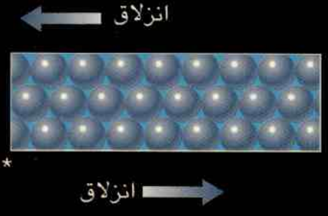
رفّاص هذه السفينة مصنوع من النحاس الأصفر، وهو سبيكة من النحاس والزنك. ويقوَّى النحاس الأصفر أكثر بإضافة المنغنيز.

غالباً ما يُستخدم النحاس الأصفر في بناء السفن لأنه شديد المقاومة للتآكل بماء البحر.

إضافة القوّة

تكون الذرّات في الفلزّات النقيّة مرتبة بإحكام في صفوف. ويمكن أن تنزلق الصفوف بعضها فوق بعض، وذلك ما يجعل الفلزّ طريًّا. غير أن الضغط المفاجِىء يمكن أن يحدث شقوقاً عبر الصفوف، ما يجعل الفلزّ النقيّ هشًّا.

ترتيب الذرّات في فلزّ نقي



عندما يضاف فلزّ آخر، تساعد ذرّاته في تقوية الفلزّ الأول. وتفعل ذلك بجعل أجزاء الفلزّ تتماسك معاً، ما يمنع انزلاق الصفوف بعضها فوق بعض.

ترتيب الذرّات في سبيكة

لا تنزلق الذرّات.

خصائص السبائك

تتوقّف خصائص السبيكة على مكوّناتها بالضبط. الفولاذ مثلاً، وهو سبيكة من الحديد والكربون، يجمع القوّة وسهولة الاستعمال. ويمكن تشكيله بسهولة في ورشة الحدادة بأشكال متعدّدة. ويمكن أيضاً صهره دون إطلاق أبخرة سامّة.

تزداد خصائص الفولاذ المقاوِمة للبلى بإضافة المنغنيز. وتستخدم سبائك الفولاذ– المنغنيز في أدوات القطع الصناعية.

تصنع خطوط السكك الحديدية من الفولاذ المقوّى بالمنغنيز.

تمتاز بعض الفلزّات النقية، مثل الذهب والفضّة، بمقاومة التآكل، لذا فإن استخدامها في الخارج مثالي. وبعض السبائك لا تقلّ جودة في مقاومة التآكل، ومع ذلك فإن تكلفة إنتاجها أدنى بكثير. وسبيكة النحاس الأصفر، المصنوعة من النحاس والزنك، مثال جيّد على ذلك.

من السهل تشكيل بعض السبائك، مثل البرونز، وهو مزيج من النحاس والقصدير، حتى عند درجة حرارة الغرفة. ولذلك استُخدم البرونز آلافاً من السنين لصنع المنتجات الزخرفية.

منحوتة برونزية إغريقية

سبائك خفيفة وقويّة

سبائك الألمنيوم والمغنيزيوم قوية ومقاومة للتآكل، على غرار الفولاذ والنحاس الأصفر، لكنها أخفّ وزناً. وتستخدم في الطائرات وهياكل الدرّاجات.

تصنع معظم الطائرات النفّاثة الحديثة من سبائك الألمنيوم أو التيتانيوم فائق القوّة.

اكتشف **علماء الفلزّات** أن الفلزات تكون أقوى في الغالب إذا سُبكت مع مقادير قليلة من المواد الأخرى. وقد مكن ذلك من إنتاج سبائك قوية جداً وخفيفة في الوقت نفسه.

تُصنع محرّكات الطائرات من السبائك الفائقة.

السبائك الفائقة

تستخدم عناصر النيكل والحديد والكوبالت كمكوّنات رئيسية في ما نسمّيه **السبائك الفائقة**. وهذه السبائك ليست شديدة القوّة فحسب، بل إنها تحتفظ أيضاً بقوّتها عندما تتعرّض لدرجات حرارة مرتفعة جدًّا لفترات طويلة. وتستخدم في المحرّكات النفّاثة ومحرّكات الصواريخ.

ومنذ خمسينيّات القرن العشرين صار تعدين التيتانيوم، وهو فلزّ قويّ مثل الفولاذ، ويزن نصف وزنه فقط، أمراً مقدوراً عليه. ويُستخدم التيتانيوم على نطاق واسع في سبائك تشكل أبدان الطائرات.

تحقّق بنفسك

عندما تصادف في المرة القادمة هذه الأشياء المستخدمة يوميًّا، لاحظ المزايا المفيدة للسبائك المصنوعة منها.

- أدوات المائدة مصنوعة من **فولاذ لا يصدأ**. وهي متينة ولا تفقد بريقها، خلافاً للفضّة.
- مقابض الأبواب مصنوعة من **النحاس الأصفر**. تكون لامعة وجميلة عند صقلها.
- هيكل الدرّاجة مصنوع من **سبيكة الألمنيوم**. وهي قويّة وأخف وزناً من الدرّاجة ذات الهيكل الفولاذي.
- الأدوات المعدنية مثل المطارق ومفكات البراغي ومفاتيح الربط مصنوعة من **فولاذ مقوى**. وهي غير قابلة للكسر تقريباً لأن الفولاذ يحتوي على مقادير من الفاناديوم والكروم. ولو لم تقوَ هذه الأدوات لتشظت أو تحطمت بشكل خطير عند استخدامها.

ارتباطات الانترنت

- انقر على Take the Tour ثم استعرض الصور لتعرف ما هي الفلزّات والمعادن الموجودة في الأغراض المنزلية.
www.nrcan.gc.ca/mms/wealth/intro-e.htm
- موقع وب للاتحاد البريطاني للفولاذ الذي لا يصدأ. انقر على Technical Information Sheets حيث تجد كثيرا من الوقائع عن الفولاذ الذي لا يصدأ.
www.bssa.org.uk
- تعلَّم استخدامات النحاس وسبائك النحاس.
www.copper.org/servlet/com.copper.servlet.CDACategoryUsesServlet
- انقر على Ti Information للحصول على معلومات مفصّلة عن التيتانيوم وسبائكه.
www.titanium.org
- مقالة في موسوعة موجزة عن السبائك.
www.infoplease.com/ce6/sci/A0803425.html

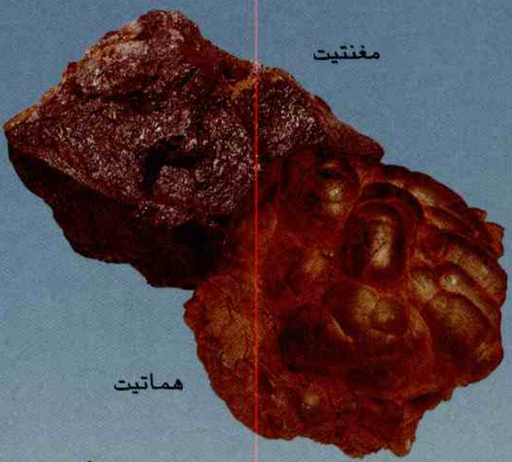
للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الحديد والفولاذ

يوجد معظم الحديد المستخرج من الأرض على شكلٍ خام (أي متحد مع مادة أخرى). ويُصنع معظمه فولاذاً يُستخدم في كثير من الأشياء المفيدة، من مشابك الورق والأدوات إلى المباني الشاهقة.

عنصر أم سبيكة؟

الحديد عنصر يُستخرج معظمهِ من خام يدعى الهماتيت، وهو مركب من الحديد والأكسجين. **والفولاذ** سبيكة (أي خليطة) من الحديد والكربون وقليل من الفلزّات الأخرى.



المغنتيت والهماتيت هما أكثر خامات الحديد شيوعاً.

صناعة الحديد

يُستخرج الحديد من الخام في **فرن السَفْع**. في الفرن، يُسفع خام الحديد **والجير والكوك** (وهو فحم محمّى لحرق الزيوت والإبقاء على الكربون) بهواء ساخن جدًّا. تسمّى هذه العملية **التنقية بالصهر**. يتّحد الكربون مع الأكسجين لتكوين أول أكسيد الكربون ثم يتحوّل أول أكسيد الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون بسحب الأكسجين من خام الحديد. هذا مثال على تفاعل الإرجاع*.

يحتوي الحديد المستخرج من خامِ الحديد على بعض الكربون المتبقي (نحوِ 4%) من عملية التنقية بالصهر فضلاً عن شوائب مثل الكبريت. يسمّى هذا الحديد **حديد الزُهر** ويستخدم لصنع الحديد الصبّ أو تجرى عليه مزيد من التنقية لصنع الفولاذ.

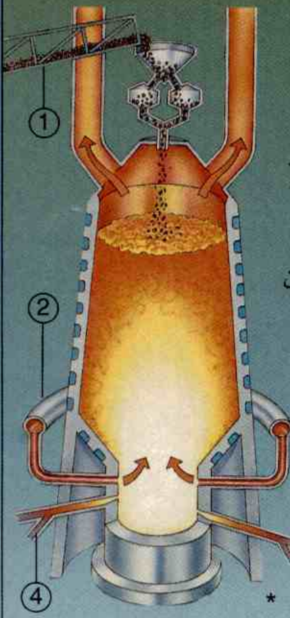
عملية التنقية بالصهر

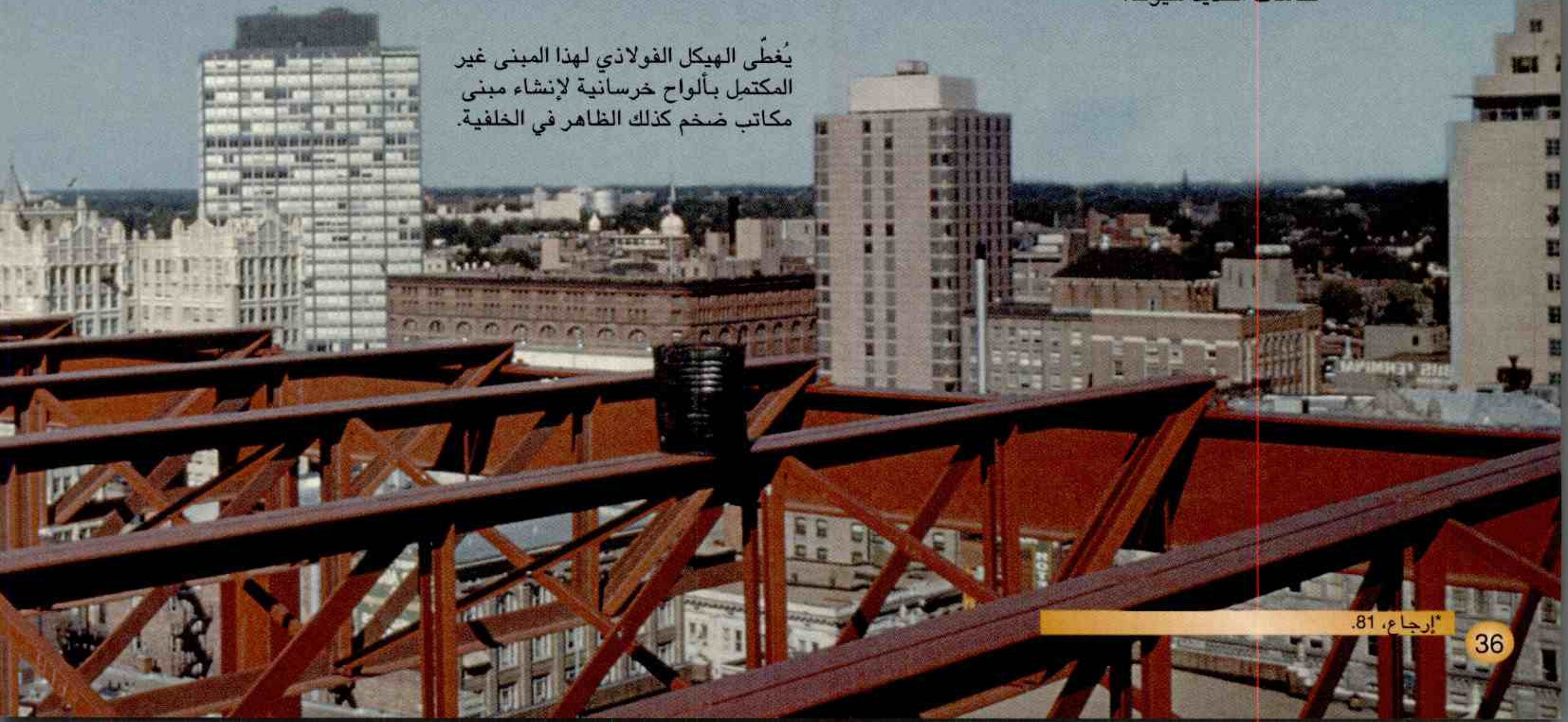
1. يوضع خام الحديد والكوك والجير في فرن السَفْع، يتفاعل الجير مع الشوائبِ في خام الحديد لينتج فضلات تدعى الخَبَث.

2. يسفع الهواء الساخن داخل الفرن. فيتفاعل مع الكربون لتكوين أول أكسيد الكربون. يرفع هذا التفاعل درجة الحرارة إلى نحو 2000^{o}م. ثم يتفاعل أوّل أكسيدِ الكربون مع الأكسجين في الخام تاركاً الفلزّ طليقاً.

3. يُجمع الحديد المنصهر هنا.

4. يُخرج الخَبَث المنصهر من قرب أسفل الفرن ويستخدم في تعبيد الطرق.



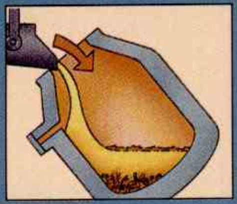


يُغطّى الهيكل الفولاذي لهذا المبنى غير المكتمِل بألواح خرسانية لإنشاء مبنى مكاتب ضخم كذلك الظاهر في الخلفية.

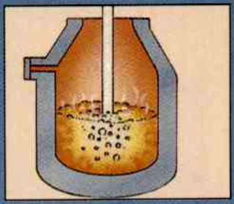
*إرجاع، 81.

صناعة الفولاذ

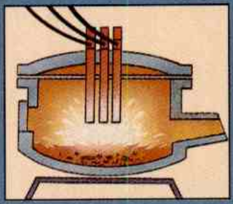
يُصنع الفولاذ من الحديد المستخرَج من فرن السفع، وتُضاف العناصر الأخرى لجعله أقوى. لصنع الفولاذ، يُسفع الحديد المنصهر بالأكسجين لإزالة مزيد من الكربون. يتحدّ الأكسجين مع الكربون الموجود في الحديد لتكوين غاز أول أكسيد الكربون الذي يُجمع ويُستخدم كوقود. وفي النهاية، قد يحتوي الفولاذ على 0.04% من الكربون، رغم أن درجات الفولاذ المختلفة تحتوي على كميّات مختلفة منه.



لتحويل الحديد إلى فولاذ، يُصبّ الحديد المنصهر في فرن يسمّى محوّلاً.



يُسفع نَفْثٌ عالي الضغط من الأكسجين داخل المحوّل. يتحدّ الأكسجين مع الكربون مكوّناً أول أكسيد الكربون.



يُصنع الفولاذ أيضاً بصهر خردة الفولاذ في فرن القوس الكهربائي. يُصهر الفلزّ بواسطة تيّار كهربائيّ قوي. *

تحقّق بنفسك

اِبحث عن القطع المصنوعة من الفولاذ والحديد في منزلك. يُمكنك إجراء اختبار لتعرف إن كانت القطعة مصنوعة من الحديد أو الفولاذ (لا من فلزّ آخر) بوضع مغنطيس قربها. إن كانت القطعة تحتوي على الحديد أو الفولاذ فسوف تجذب إلى المغنطيس.

إليك بضعة أمثلة عن أشياء قد توجد في منزلك ويمكنك اختبارها بحثاً عن الحديد.

مقابض الأبواب الفلزية
المفصّلات
السكاكين والشوك
بوّابة الحديقة
الغسّالة
قطع الدرّاجة
مغطس الحمّام
خلاّطة الطعام
النظارة
بُكلة الحزام
الحنفيّات
مِشعاع التدفئة

تنبيه
لا تضع مغنطيساً قرب الحواسيب أو أجهزة التلفزيون أو الساعات، فقد تتلفها.

نوع الفولاذ المستخدم للعدّة يحتوي على كربون تصل نسبته إلى 1%. وهذا الفولاذ صلب جدًّا لكنه هشّ. يضاف الكروم والفاناديوم لجعل العدّة قوية.

تحتوي مشابك الورق الفولاذية على 0.08% من الكربون. وهذا ما يجعلها مرنة. والمشابك المعروضة هنا مكسوّة بالبلاستيك لتجميلها.

يُطلى الفولاذ المستخدم في الإنشاءات، كهذا الهيكل المبيّن هنا، لحمايته من الصدأ قبل تغطيته بما تبقّى من المبنى. فالهيكل الصدىء خطر جداً.

ارتباطات الانترنت

• عاين رسماً متحرّكاً لفرن سفع واكتشف كيف يعمل.
www.bbc.co.uk/history/programmes/dibnah/dibnah99/blast/1blast.shtml

• معلومات ممتازة عن الحديد والفولاذ، مع ارتباطات مفيدة بمواقع أخرى.
www.howstuffworks.com/iron.htm

• حقائق أساسية عن الفولاذ الذي لا يصدأ، بما في ذلك كيف يُصنع ويستخدم.
www.worldsteel.org/issf/issf_about/index.html

• كلّ شيء عن العلب وصناعة التعليب.
www.cancentral.com/aboutthecan.htm

• انقر على Tim can للقراءة عن كيفية إعادة معالجة المعادن
www.britmedfed.org.uk/frmedu.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

الفلزّات والسبائك الرئيسية

يصنع البوق الفرنسي من سبيكة النحاس الأصفر.

هناك 65 فلزًا توجد بشكل طبيعي في الأرض. ولا يُستخدم من بينها سوى 20، بمفردها أو كجزء من سبيكة، لإنتاج كل الأشياء المصنوعة المرتكزة على الفلزّات. يمكنك إيجاد المزيد عن هذه الفلزّات هنا، فضلاً عن خمس من أكثر السبائك شيوعاً، ورؤية أمثلة عن كيفية استخدام بعضها.

الألمنيوم
فلزّ أبيض فضّي خفيف جدًّا مقاوم للتآكل. يستخرج من خامه، البوكسيت، بالتحليل الكهربائي (الكهرلة)*. ويستخدم الألمنيوم في كبول الكهرباء الهوائية والطائرات والسفن والسيّارات وعلب المشروبات وورق المطبخ.

البرونز
سبيكة من النحاس والقصدير عُرفت منذ أقدم العصور. وهي مقاومة للتآكل وسهلة التشكيل. تستخدم القطع النقدية المصنوعة من البرونز كعملة متدنيّة القيمة في كثير من الدول.

البلاتين
فلزّ أبيض فِضّي طَروق لامتفاعل، يُستخدم في صنع المجوهرات وفي الأجهزة الإلكترونية وكحفاز*.

البلوتونيوم
فلزّ مشعّ ينتج برجم اليورانيوم (انظر الصفحة المقابلة) في المفاعلات النووية ويُستخدم في الأسلحة النووية.

البوتاسيوم
فلزّ أبيض فِضّي شديد التفاعل. تستخدم مركبات البوتاسيوم في المخصّبات الكيميائية وفي صناعة الزجاج.

التنغستن
فلزّ أبيض رمادي صلب. يُستخدم في فتيلات المصابيح والأدوات الإلكترونية. وفي سبائك الفولاذ وفي صناعة أدوات قطع حادّة الحواف.

التيتانيوم
فلزّ أبيض طَروق وقويّ. وهو مقاوم جدًّا للتآكل ويُستخدم في سبائك مَركَبات الفضاء والطائرات وهياكل الدرّاجات.

الحديد
فلزّ مغنطيسي أبيض رمادي طَروق يُستخرج بشكل رئيسي من خام الهماتيت بصهره في فرن السَّفع. يستخدم في البناء والهندسة وفي صناعة سبيكة الفولاذ.

الذهب
عنصر أصفر لمّاع طريّ لامتفاعل، يستخدم في المجوهرات والأدوات الإلكترونية.

الرصاص
فلزّ أبيض مزرقّ سامّ ثقيل وطَروق، يُستخرج من معدن الغالينا ويُستخدم في البطاريّات والأسقف وكدرع ضد الأشعة السينية.

الزئبق
فلزّ أبيض فضي سامّ سائل وثقيل. يُستخدم في موازين الحرارة وملغم حشو الأسنان، وفي بعض المتفجّرات.

الزنك
فلزّ أبيض مزرقّ يُستخرج من معدن كبريتيد الزنك. يستخدم ككسوة للحديد للحؤول دون صدئه (تسمّى غلفنة*). ويستخدم في بعض البطاريّات وفي سبائك مثل النحاس الأصفر.

سبيكة اللحام
سبيكة من القصدير والرصاص ذات نقطة انصهار متدنية، تستخدم لوصل الأسلاك في الأجهزة الإلكترونيّة.

الصوديوم
فلزّ أبيض فِضّي طري شديد التفاعل يوجد في ملح الطعام، ويستخدم في مصابيح الطرق وفي الصناعة الكيميائية.

الفاناديوم
فلزّ أبيض سام وصلب يستخدم لزيادة قوّة وصلابة سبائك الفولاذ. يستخدم مركّب الفاناديوم كحفاز* لصنع حمض الكبريتيك.

يُمسك بدن الطائرة ثلاثة ملايين مثبّت برشامي من الألمنيوم.

*تحليل كهربائي (كهرلة)، 82 ؛ حفّاز 79 ، غلفنة، 41.

الفِضّة
فلزّ أبيض رمادي طَروق وموصّل ممتاز للحرارة والكهرباء. يُستخدم لصنع المجوهرات والأواني الفضيّة وأفلام التصوير الفوتوغرافي.

الفولاذ
سبيكة من الحديد والكربون، وهي إحدى أهمّ المواد المستخدمة في الصناعة. الفولاذ الذي لا يصدأ سبيكة من الفولاذ والكروم مقاوِمة للتآكل وتستخدم في الصناعات الفضائية.

القصدير
فلزّ أبيض فِضّي طَروق وطريّ. يستخدم لطلاء الفولاذ بالقصدير منعاً لتآكله وفي سبائك البرونز والبيوتر واللحام.

الكلسيوم
فلزّ أبيض فضي طَروق يوجد في الجير والطباشير. ويوجد أيضاً في عظام الحيوانات والأسنان. يستخدم لصنع الإسمنت والفولاذ عالي المرتبة.

الكبرونيكل
سبيكة من النحاس والنيكل تُصنع منها معظم القطع النقدية فضيّة اللون.

الكروم
فلزّ رمادي صلب يُستخدم لصناعة الفولاذ الذي لا يصدأ ولطلاء فلزّات أخرى لحمايتها أو إعطائها إنهاءً برّاقاً.

المغنيزيوم
فلزّ أبيض فضيّ خفيف يحترق بلهب أبيض. يُستخدم في أسهم الإشارة طلباً للإنقاذ والألعاب النارية وفي السبائك الخفيفة.

النّحاس
فلزّ محمرّ طَروق يستخدم لصنع الأسلاك الكهربائية وخزّانات الماء الساخن وسبائك النحاس الأصفر والبرونز والكبرونيكل.

النحاس الأصفر
سبيكة من النحاس والزنك. وهي سهلة التشكيل وتستخدم في الحلى الزخرفية والآلات الموسيقية والبراغي ومسامير التنجيد.

اليورانيوم
فلزّ أبيض فضي مُشعّ يُستخدم مصدراً للطاقة النووية وفي الأسلحة النووية أيضاً.

تُبنى طائرة البوينغ 747 باستخدام سبيكة عالية القوّة تحتوي بمعظمها على الألمنيوم وهو فلزّ خفيف جداً. وتصنع المحرّكات النفاثة من التيتانيوم، وهو خفيف أيضاً، لكنه يحتمل درجات الحرارة الهائلة المتولّدة في المحرّك.

ارتباطات الانترنت

- انقر على Rock Files للحصول على معلومات عن عشرة فلزّات رئيسية تعدّن في استراليا. *www.minerals.org/au.pages/page3_15.asp*
- معلومات عن كيفية استخراج الفلزّات من الخامات. *www.sciencenet.org/uk/database/Chemistry/Industrial/c00107b.html*
- حقائق مدهشة عن الذهب. *www.goldinstitute.com*
- كل ما تريد معرفته عن الألمنيوم. *www.alfed.org.uk/aluminium.htm*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

التآكل

التآكل هو التفاعل الكيميائي الذي يحدث عندما يكون الفلزّ في تماس مع الأكسجين. يتفاعل الفلزّ مع الأكسجين لتشكيل مركّب يدعى أكسيداً على سطح الفلزّ. وتنطفىء لمعة الفلزّ. وتتآكل الفلزّات ذات الدرجة العالية في السلسلة التفاعلية* بسرعة أكبر من الفلزّات الأقل تفاعلاً.

كانت الدروع الفولاذية تُفرك بالزيت أو شمع النحل للحؤول دون أن تصدأ.

استخدام الفلزّات المتآكلة

يتعرّض الحديد (الذي يُصنع منه الفولاذ) إلى التآكل بسهولة، لكنه قوي جدًا ويسهل تشكيله في أشكال مختلفة. إنه مثالي لبناء المنشآت الضخمة، مثل الجسور، لكن يجب حمايته من التآكل بالدهان عادة.

تتأمّن حماية هذا الجسر من التآكل بطلائه بحمض الفسفوريك. يترابط الحمض مع الفلزّ ويشكل كسوةً واقية تحول دون صدأ الفلزّ تحتها. ويُمنح مزيداً من الحماية بطبقة من الدهان.

تحقّق بنفسك

لإزالة الطبقة المتأكسِدة عن قطعة نقدية نحاسيّة فقدت بريقها، ضعها ليلاً في كوب يحتوي على قليل من الخلّ. يتفاعل الخلّ الحمضي مع طبقة الأكسيد فيزيلها عن القطعة النقدية ويكشف عن سبيكة النحاس تحتها. وتصبح قطعة النقود زاهية وبرّاقة. لكنّها تتآكل ثانية عندما تترك في الهواء، مخلفة طبقة أكسيد باهتة على سطحها.

*سلسلة التفاعلية، 30

تأثيرات التآكل

عندما يتآكل الفلزّ، يصبح سطحه مكسوًّا بطبقة من الأكسيد. وفي بعض الفلزّات، مثل الألمنيوم، تلتصق هذه الطبقة بالفلزّ وتحميه من مزيد من التآكل. ولا تتكوّن هذه الطبقة الواقية على فلزّات أخرى. فعلى سبيل المثال، تتشكل طبقة متقشّرة من الصدأ (أكسيد الحديد) على الحديد والفولاذ. ترتفع هذه الطبقة وتزول متيحة تآكل الفلزّ تحتها.

تكسى القطع المتحرّكة، مثل هذه التروس، بطبقة من الشحم للحؤول دون أن تصدأ.

تتشكّل طبقة من الأكسيد على سطح الألمنيوم على الفور. وهو مادّة مثالية لصواني الطعام لأنه لن يتعرّض لمزيد من التآكل.

طُليت هذا البراميل الفولاذية لحمايتها من الصدأ، لكن خدشاً صغيراً يمكن أن يسمح للرطوبة بالتغلغل تحت الدهان ويبدأ الصدأ.

الغلفنة

الغلفنة طريقة لوقاية الفولاذ بتغليفه بالزنك. الزنك أكثر تفاعلاً من الفولاذ، لذا يتفاعل الأكسجين معه بدلاً من التفاعل مع الفولاذ. ولو خُدشت طبقة الزنك، يواصل الأكسجين في الهواء تفاعله مع الزنك لا الفولاذ.

تتمّ وقاية السفن وأبراج الحفر النفطي بإرفاق كتلة من الزنك أو المغنيزيوم بها. يتآكل هذا الفلزّ قبل الحديد ويسمّى **فلزًّا افتدائيًّا**.

تُصنع معظم السيارات الحديثة من الفولاذ المغلفن. ويحول ذلك دون أن تصدأ.

ارتباطات الانترنت

- اعرف كيف حافظ النحاس على جمال تمثال الحريّة لأكثر من 100 عام.
  www.copper.org/general/g_endur.htm
- معلومات مفصّلة عن الزنك، أحد الفلزّات الرئيسية المستخدمة لكسوة الفلزات الأخرى وحمايتها.
  www.zinc.org/zincuses.html
- اعرف ما هو الصدأ وكيف يحدث. انقر على What is corrosion? في أسفل الصفحة للحصول على معلومات مفصّلة عن كثير من أنواع التآكل.
  www.howstuffworks.com/question445.htm
- تعلّم عن التفاعلات الكيميائية التي ينطوي عليها الصدأ، فضلاً عن معادلاتها.
  redox/faq/how-iron-rusts.shtml
- جرّب هذه التجربة لكي تكتشف إن كانت الفلزّات تصدأ بسرعة أكبر في مياه الحنفية أم المياه المالحة.
  library.thinkquest.org/J001796/bshypoth.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

اكتشاف الفلزّات

ربما اكتشف الناس كيف يستخرجون الفلزّات من خاماتها عن طريق المصادفة، عند تسخين الصخور المحتوية على الفلزّ بالفحم الخشبي في المواقد. يحدث تفاعل كيميائي يدعى إرجاعاً يحرّر الفلزّ من خامه. ولا يزال التفاعل نفسه يستخدم في أفران السفع (انظر الصفحة 36) لاستخراج الحديد.

صنع الصينيّون هذا المرجل من البرونز (خليط من النحاس والقصدير) نحو 1500 ق.م.

الفلزّات الأولى

كان النُحاس والذَهب والفِضّة الفلزّات الأولى التي شكلها البشر، ولعل ذلك يرجع إلى أنها توجد كفلزّات نقيّة (انظر الفلزّات النبيلة، الصفحة 32).

وفي وقت لاحق، نحو 3500 ق.م، تعلم السومريّون كيف يصنعون البرونز بمزج النحاس والقصدير. والبرونز أقوى من الفلزّات النقيّة.

لم يُستخدم الحديد حتى 1350 ق.م، ولعل ذلك يرجع إلى الحاجة إلى درجات حرارةٍ مرتفعة جدًا لفصله عن مركباته.

صُنع هذا الكوب الذهبي في شمالي أوروبا نحو 3000 ق.م.

طاس سومري من البرونز صُنع نحو 3000 ق.م.

فأس برونزية صُنعت سنة 500 ق.م.

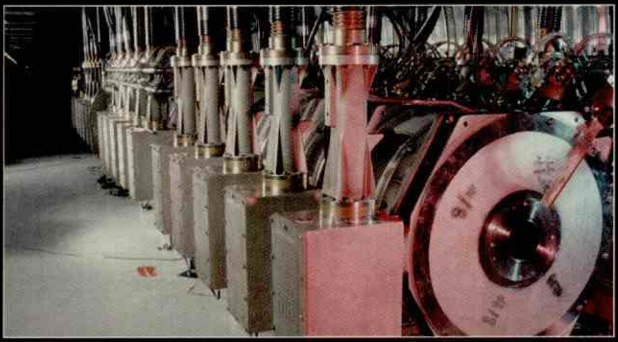
صنع السومريون في بلاد ما بين النهرين هذا الخنجر الذهبي وغمده نحو 4000 ق.م.

هنا يُصبّ الحديد المصهور في فرن يُنتج الفولاذ.

فلزّات جديدة

كان النُحاس والفضة والذهب والحديد والزئبق والقصدير والزنك والبزموث والأنتيمون الفلزّات الوحيدة المعروفة حتى سنة 1735. ولم يُكتشف الألمنيوم حتى سنة 1825.

ويستطيع اليوم العلماء تكوين فلزّات جديدة، مثل المِندليفيوم، برجم الذرّات بالإلكترونات في نوعٍ من المفاعلات النووية يدعى **مِسرَع الجسيمات**. تتفكك الذرّات تحت الرجم، ما يمكّن العلماء من الحصول على لمحة عن بنيتها.



هذا قسم من مسرَع جسيمات ضخم يمكنِ استخدامه لتكوين فلزّات جديدة. وهذه الفلزّات غير مستقرّة وتتفكك في فترة وجيزة جدًا.

في هذا الفرن، يُسفع الأكسجين خلال الحديد المصهور. يزيل الأكسجين الكربون من الحديد مخلفاً الفولاذ. التقطت هذه الصورة الفوتوغرافية سنة 1958، لكن عملية صناعة الفولاذ لم تتغيّر سوى قليلاً منذ ذلك الوقت.

ارتباطات الانترنت

- نظرة مفصلّة على تاريخ الفلزّات المختلفة.
  neon.mems.cmu.edu/cramb/Processing/history.html
- مرّر الشاشة نزولاً إلى About Gold لتعرف تاريخ الذهب واستخراجه وسبائكه وغير ذلك.
  www.indianjewellery.net/index.html
- اعرف نسب الفلزّات المختلفة الموجودة في قطع النقود البريطانية.
  www.royalmint.com/talk-spec-main.html
- كل أنواع الحقائق عن الذهب والنحاس، بما في ذلك خصائصهما وتاريخهما.
  www.jewelrysupplier.com/2_gold/gold_history.htm
  www.jewelrysupplier.com/2_copper/copper_History.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

إعادة معالجة الفلزّات

إن تعدين الفلزّات واستخراجها من الخامات عملية مكلفة. لكن يمكن استخدام الفلزّات ثانية لحسن الحظ. وتسمّى عملية جعلها قابلة للاستخدام ثانية **إعادة المعالجة**، وهي أرخص بكثير من استخراج الفلزّات من الخامات. تتمّ إعادة المعالجة بصهر الفلزّات المستعملة لإنتاج فلزّ جيّد كالحديد تقريباً. ويمكن تكرار ذلك مرّات ومرّات.

يلتقط هذا المغنطيس الكهربائي* العملاق خردة الحديد والفولاذ. يُلقى الفلزّ بعد ذلك في فرن سفع لصهره.

عملية إعادة المعالجة

قبل التمكّن من إعادة معالجة الفلزّ، يجب جمعُه وفصلُه عن أي أنواع أخرى من الفلزّات. يضمن ذلك أن يكون الفلزّ المعالج نقيًّا قدر الإمكان. بعد ذلك يُصهر ويُصبّ في قوالب. يبرد الفلزّ ويتحوّل إلى كتل صلبة جاهزة لكي تحوّل إلى منتج جديد.

أيّ فلزّات؟

الفولاذ والألمنيوم هما الفلزان اللذان تشيع إعادة معالجتهما. لكن يمكن أيضاً إعادة معالجة النحاس والقصدير والرصاص، بل الفلزّات الثمينة بما في ذلك الذهب والفضّة والبلاتين.

الفولاذ

هنا يُصبّ الفولاذ الساخن الذي أعيدت معالجته في قالب.

يأتي معظم الفولاذ الذي تعاد معالجته من خُردة المَرْكبات، كالسيّارات والسفن. كما أن الآلات الصناعية القديمة مصدر جيد لذلك. وتحفظ المصانع التي تستخدم الفولاذ البقايا المقصوصة وتعيدها إلى مشاغل الفولاذ لصهرها وإعادة استعمالها.

وتحتوي بعض الأشياء التي يرميها الناس من بيوتهم، مثل الغسّالات القديمة، على الفولاذ. ويمكن إعادة معالجة الكثير منها.

*مغنطيس كهربائي، 233-234.

علب ألمنيوم
مسحوقة جاهزة
لكي تصهر.

الألمنيوم

يعادل الألمنيوم الذي تعاد معالجته نحو 30% من مجمل الألمنيوم المستخدم. وتتطلب إعادة معالجة الألمنيوم 5% فقط من الطاقة اللازمة لاستخراج الألمنيوم من خامه، **البوكسيت**.

وأكبر مصدر للألمنيوم الذي تعاد معالجته هو علب المشروبات القديمة. ففي أميركا الشمالية تعاد معالجة أكثر من 64 مليار علبة شراب مصنوعة من الألمنيوم كل عام. ويمكن إعادة معالجة أكثر من نصف الألمنيوم في علب المشروبات.

المواد التي
يلتقطها هذا المغنطيس
العملاق تحتوي على الحديد.

تحقّق بنفسك

توجد معلومات مطبوعة على معظم علب المشروبات. تذكر ممّ هي مصنوعة. تفحّص علبة المشروب عندما تحصل عليها في المرة القادمة. فالعلبة ستكون على الأرجح مصنوعة من الألمنيوم وسوف تحمل أيضا رمزاً يدل على أنه يمكن إعادة معالجتها.

ارتباطات الانترنت

- معلومات كثيرة عن الفولاذ وكيفية إعادة معالجته.
www.thenewsteel.org/recycle/default.shtm

- يضم موقع وب مؤسسة إعادة معالجة الفولاذ (SRI) الكثير من المعلومات عن الفولاذ فضلاً عن موقع kids site للقراء الصغار.
www.recycle-steel.org/index2.html

- قم بزيارة مواقع الوب الثلاثة التالية لتتعلّم المزيد عن كيفية إعادة معالجة الألمنيوم.
www.alucan.org.uk
www2.famvid.com/enviro/alum_recyc.html
www.aluminum-marketing.com/eng/amazingcan/index.htm

- تعلّم عن إعادة معالجة علب الألمنيوم والفولاذ في الولايات المتحدة.
www.cancentral.com/environ4.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الفلزّات الثمينة

تَستخدم بعض الصناعات الفلزّات الثمينة. فصناعة التصوير الفوتوغرافي مثلاً تستخدم الكثير من الفضة الذي تعيد معالجته لتقليل التكاليف والحفاظ على الموارد. ويأتي قسم كبير من الذهب والفضة والبلاتين التي تعاد معالجتها من المجوهرات القديمة والحليّ الأخرى.

عندما غزا الإسبان أميركا الجنوبية في القرن السادس عشر، سُرقت آلاف الكنوز الذهبية كهذا، وصُهرت وصنع منها حليّ جديدة.

الهيدروجين

الهيدروجين هو أخف العناصر وأكثرها وفرة في الكون بأكمله. الشمس والنجوم مكوّنة من غاز الهيدروجين، لكن الهيدروجين في الأرض لا يوجد إلا في مركّبات، ولا يوجد كعنصر حرّ في الطبيعة.

النجوم كرات من الهيدروجين وغازات أخرى شديدة الحرارة

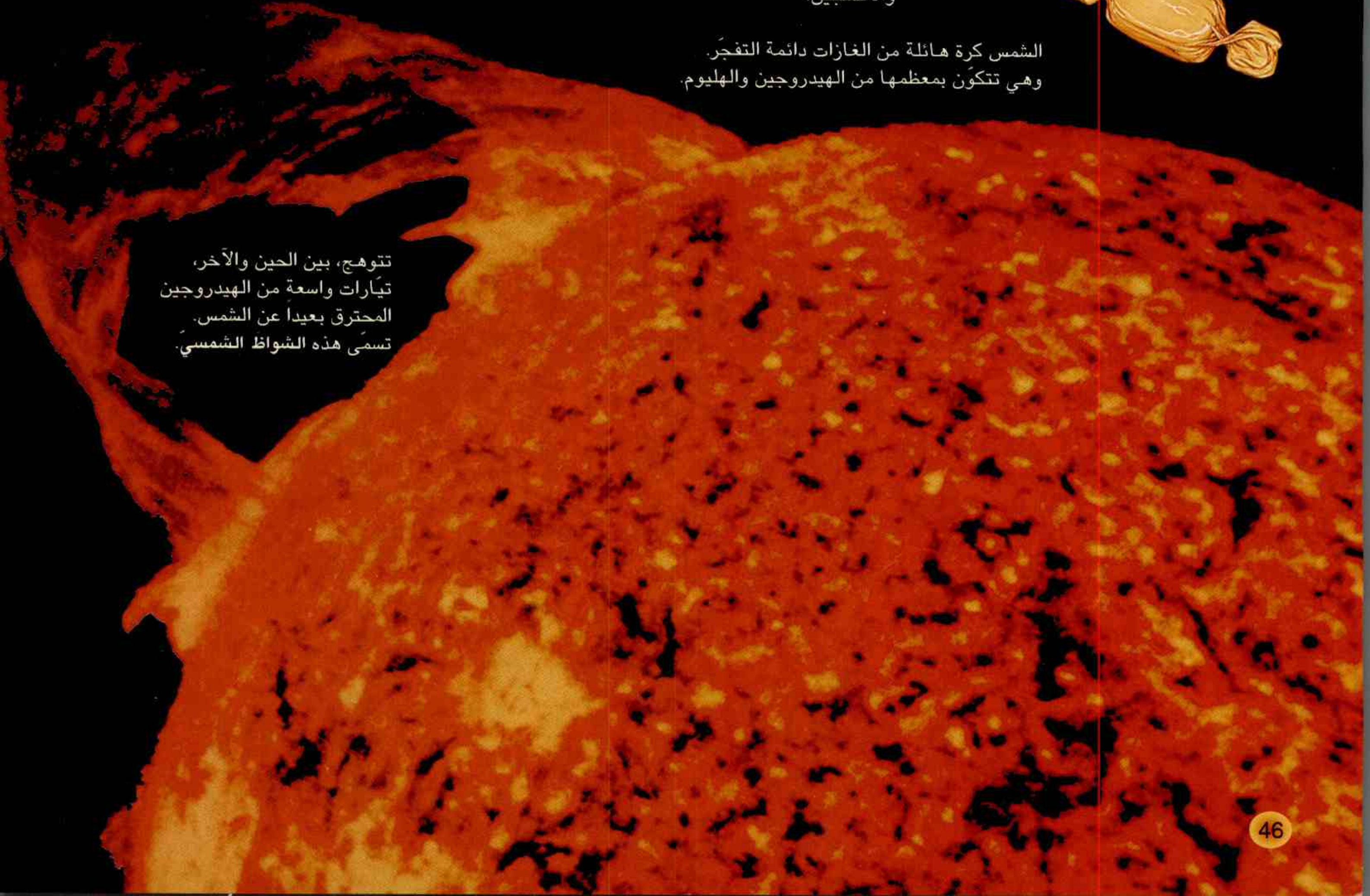
الهيدروجين المتفاعل

الهيدروجين شديد التفاعل. فهو يحترق بسهولة ويتّحد مع كثير من العناصر الأخرى. مثال ذلك الماء، وهو المركّب الأكثر توفّراً في الأرض، يتكوّن من الهيدروجين والأكسجين. وأنواع الوقود الأحفوري، مثل الفحم والنفط، هي مركّبات من الهيدروجين والكربون، وتحتوي السكريات والنشاء أيضاً على الهيدروجين.

السكروز ($C_{12}H_{22}O_{11}$)، وهو السكر الموجود في الحلوى، مركّب من الكربون والهيدروجين والأكسجين.

تحقّق بنفسك

إذا سكبت لنفسك كوباً من الماء، حاول أن تتخيّل ممّ هو مصنوع. الماء (H_2O) مركب من الهيدروجين (H) والأكسجين (O). وهو يحتوي على ذرّتين من الهيدروجين وذرّة من الأكسجين. لكن رغم أن ذرات الهيدروجين أكثر في الماء، إلا أن كتلتها صغيرة جداً لا تشكل أكثر من 12.5% من الكتلة الإجمالية للماء.



الشمس كرة هائلة من الغازات دائمة التفجّر. وهي تتكوّن بمعظمها من الهيدروجين والهليوم.

تتوهج، بين الحين والآخر، تيّارات واسعة من الهيدروجين المحترق بعيداً عن الشمس. تسمّى هذه الشواظ الشمسيّ.

تحضير الهيدروجين

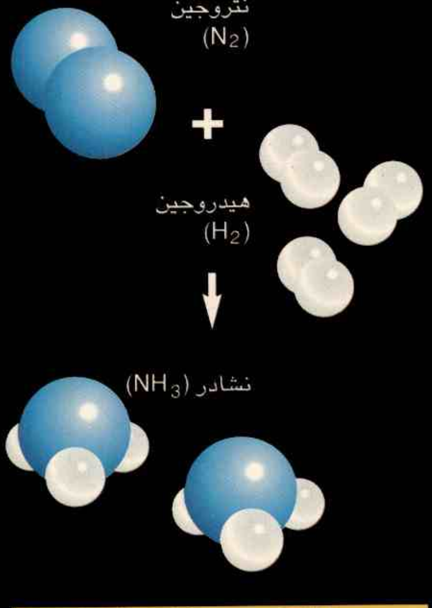
يمكن تحضير الهيدروجين (H_2) بتفاعل غاز الميثان (CH_4) مع بخار الماء (H_2O) كما تبيَن المعادلة التالية:

$$CH_4 + 2H_2O \rightarrow 4H_2 + CO_2$$

إن معظم الهيدروجين المحضَّر بهذه الطريقة يُستخدم لصنع الأمونيا (النَّشادر) (NH_3) للأسمدة. لصنع النشادر، يتحد الهيدروجين مع النتروجين باستخدام **عملية هابر** التي اكتشفها فريتز هابر سنة 1909.

عملية هابر

في عملية هابر، يمرَّر غاز النتروجين من الهواء والهيدروجين المستخرج من الميثان (CH_4) فوق حفَاز* من الحديد. وتحت ضغط عالٍ جدًّا ودرجة حرارة مرتفعة، يتفاعل الغازان لإنتاج غاز الأمونيا أو النشادر (NH_3). ويبرَّد بعد ذلك لتشكيل النشادر السائل.



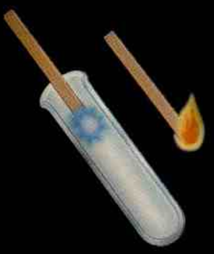
$$3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

$\rightleftharpoons$ يشير هذا الرمز إلى أن التفاعل عكوس.

*حفاز، 79.

حرق الهيدروجين

ينفجر الهيدروجين إذا مُزج مع الهواء ثم أشعل. يمكن استخدام ذلك في المختبر كاختبار لوجود مقادير صغيرة من الغاز. إن كان الغاز هيدروجينا يفرقع قليلاً.

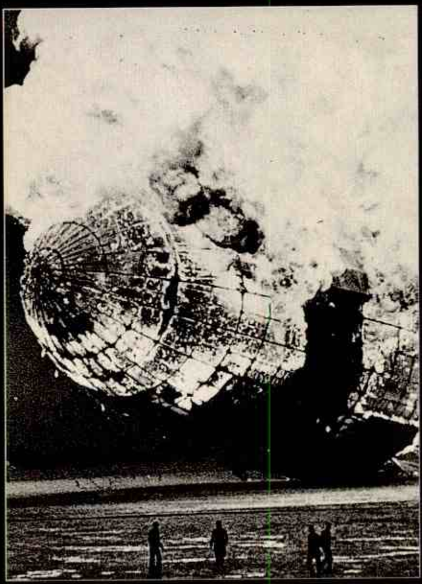


يُصدر غاز الهيدروجين فرقعة صغيرة عند اختباره بعود مشتعل.

إذا حُرق الهيدروجين النقي (H_2) في الهواء أو الأكسجين (O_2)، فإنه يحترق بهدوء بلهب أزرق وينتج بخار ماء، كما تبيَن المعادلة التالية:

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

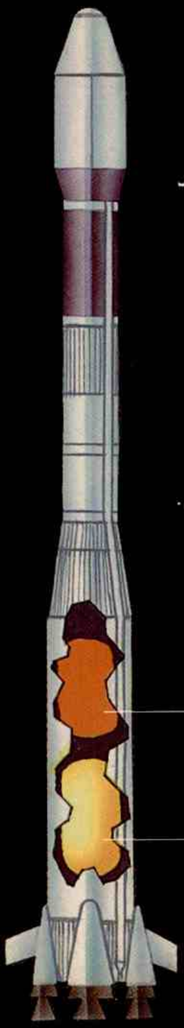
الهيدروجين وقود مثالي من الناحية النظرية لأنه يُصدر كثيرا من الطاقة عند إحراقه، ولا ينتج مواد ملوِّثة لأنه يعطي الماء فحسب. لكنه غير ملائم حاليًا كوقود يومي لأن من الصعب تخزينه ونقله بأمان.



في سنة 1937، احترق المنطاد هندنبرغ. فقد كان مملوءا بالهيدروجين الذي انفجر وقتل 36 شخصا.

وقود الصواريخ

يستخدم الهيدروجين السائل كوقود للصواريخ. ولكي يحترق الوقود في الفضاء، حيث لا يوجد الأكسجين، تحمل الصواريخ أيضا خزَانات منفصِلة من الأكسجين. تغذى حجرة الاشتعال بالهيدروجين والأكسجين السائلين حيث يحترقان بأمان.

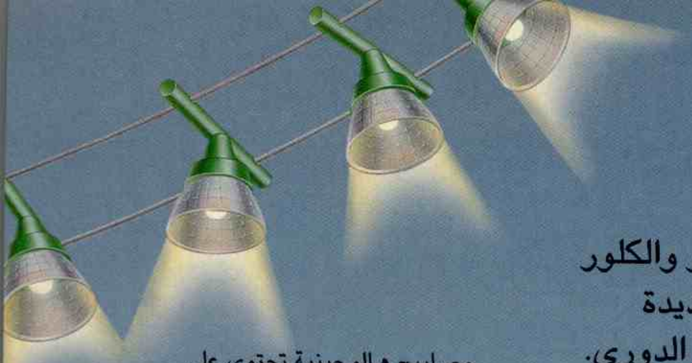


ارتباطات الانترنت

- حقائق أساسية عن الهيدروجين.
www.webelements.com/webelements/scholar/elements/hydrogen/key.html
- انقر علي The Hindenburg حيث تجد نظرية جديدة تفسر ما حدث.
www.pbs.org/wnet/secrets/flash/flash.html
- انقر على More About Hydrogen في موقع وب جمعية الهيدروجين القومية.
www.ttcorp.com/nha/index.htm
- اعرف الكثير عن الهيدروجين، بما في ذلك إنتاجه ومداولته واستخدامه المحتمل كوقود.
www.eren.doe.gov/RE/hydrogen.html
- اقرأ عن تطوّر السيارات المزوَدة بخلايا وقود الهيدروجين كمصدر للطاقة.
www.nytimes.com/learning/general/featured_articles/990520Bthursday.html
- حقائق وأرقام مفصلة عن الهيدروجين، بما في ذلك اسمه في لغات مختلفة.
klbproductions.com/yogi/periodic/H.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الهالوجينات

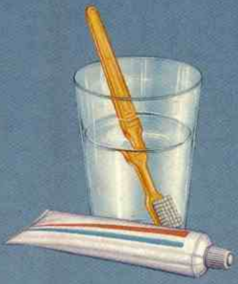


مصابيح هالوجينية تحتوي على مركبات من البروم تجعلها تتوهج بسطوع.

الهالوجينات مجموعة من خمسة عناصر. وهي الفلور والكلور والبروم واليود والأستاتين وجميعها شديدة التفاعل وسامّة، وتشكل معاً المجموعة السابعة في الجدول الدوري.

الفلور

الفلور غاز سامّ يُستخرج من معدن الفلوريت. وتضاف **الفلوريدات** (وهي مركّبات غير سامّة) إلى معجون الأسنان ومياه الشرب لخفض تسوّس الأسنان.



معجون أسنان وماء يحتويان على الفلوريد.

يتّحد الفلور أيضاً مع الكربون لصنع مركّبات مفيدة تدعى **الفلوروكربون**. ومن أمثلتها متعدّد رباعي فلورو الإيثين (PTFE) الذي يستخدم كطلاء لا يلصق على المقالي والزلاّجات.

باطن هاتين الزلاّجتين مطلي بمتعدّد رباعي فلورو الإيثين. وتساعد هذه الطبقة التي لا تلصق في جعلها تنزلق بحرية فوق الثلج والجليد.

الكلور

الكلور غاز سامّ بمفرده. وهو شديد التفاعل ولا يوجد في الطبيعة إلا في مركّبات مثل كلوريد الصوديوم (ملح الطعام). ويستخدم الكلور للتعقيم وصنع حمض الهيدروكلوريك ولدائن الـPVC (متعدد كلوريد الفينيل).

هذه الألعاب مصنوعة من الـPVC.

لمركّبات الكلور استخدامات متعدّدة. مثال ذلك، يستخدم **هيبوكلوريت الصوديوم** لصنع المبيّضات المنزلية وتبييض عجينة الورق بحيث تصبح بيضاء.

يبيّض ورق الكتابة باستخدام هيبوكلوريت الصوديوم، وهو من مركبات الكلور.

يحتوي هذا المسطّح الملحي الهائل في أميركا الجنوبية على يودات الصوديوم. ويتم جمعه لإنتاج اليود.

البروم

البروم سائل بنيّ كريه الرائحة. وتوجد مقادير ضئيلة منه في ماء البحر والينابيع المعدنية. تسمّى مركبات البروم مع عنصر آخر من العناصر **بروميدات**. ويستخدم بروميد الفضة في الأفلام الفوتوغرافية.

عندما يسقط الضوء على بروميد الفِضّة في الفيلم الفوتوغرافي، يحدث تفاعل في طبقات مختلفة من الفيلم فتتولد بقع ملوّنة مختلفة.

تستخدم مركّبات البروم لصنع سموم الجرذان ومنتجات تعالج الخشب من فتك الأرَض (النمل الأبيض).

اليود

اليود جامد أرجواني مسودّ. يُستخدم في الطبّ والتصوير الفوتوغرافي والصبغات، وينتج بكميّات كبيرة من يودات الصوديوم.

توجد مقادير ضئيلة من اليود في الطعام، وبدونه لا تستطيع الخلايا في أجسامنا تحويل الغذاء إلى طاقة. غير أن الكميّات الكبيرة من اليود مضرّة.

يوجد اليود في الأعشاب البحرية والخضر والفاكهة.

الأستاتين

الأستاتين عنصر مشعّ غير مستقر. وهو أثقل الهالوجينات الموجودة في الطبيعة. ويقدّر العلماء أن هناك نحو 30 غراماً منه فقط في القشرة الأرضية بأكملها. ومع ذلك، تمكنوا من إنتاج أكثر من 20 نظيراً* للأستاتين.

تحقّق بنفسك

يمكنك شراء محلول اليود من الصيدلية واستخدامه لاختبار وجود النشاء. ضع بضع قطرات منه على شرائح من الطعام، مثل البطاطا النيئة والتفاح والخبز. إن كان النشاء موجوداً يتحوّل الطعام إلى أسود مزرقّ بسرعة.

يدعى هذا النوع من القطارات سحّاحة.

طعم اليود كريه، لذا احرص على عدم إيصاله إلى فمك.

ارتباطات الانترنت

- انقر على Smiles Central ثم Kids Care ثم Eggsperiment من أجل نشاط يبيّن لك كيف يحمي الفلوريد الأسنان (باستخدام أي معجون أسنان بالفلوريد). *www.crestsmiles.com/index_flash.html*
- معلومات كثيرة عن الكلور، بما في ذلك استخداماته المتعدّدة. *www.c3.org/*
- اكتشف الاختلاف بين مصابيح الضوء الهالوجينية ومصابيح الضوء العادية. *www.howstuffworks.com/question151.htm*
- للحصول على معلومات مفصّلة عن كل هالوجين، انقر على رمزه (F، C1، Br، I، At) في الجدول الدوري. *www.elements.com/webelements/scholar/index.html*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

*نظائر، 13.

الكربون

الكربون عنصر لافلزّي جامد يوجد في كل الكائنات الحيّة. ويوجد كعنصر حر في أشكال الماس الصلبة عديمة اللون والغرافيت الأسود المتفتّت بشكل رئيسي.

أشكال الكربون

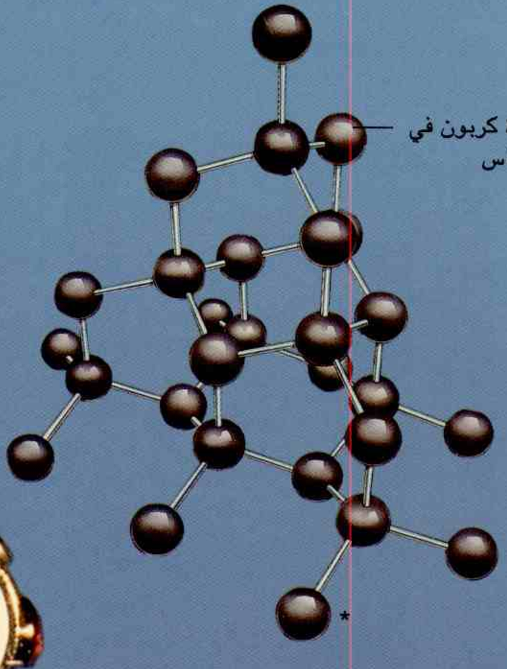
يمكن أن تترابط* ذرّات الكربون معاً بطرق مختلفة. وهذه الأشكال المختلفة تسمّى أشكالاً تآصلية (متغايرة). وهي تحتوي على أنواع الذرّات نفسها مترابطة معا بطرق مختلفة. وللكربون ثلاثة أشكال متغايرة رئيسية: الماس والغرافيت والبكمنسترفولرين.

يُقطع الماس بحيث تفكك سطوحه الضوء إلى الألوان الموجودة في قوس قزح.

الماسة الكبيرة في هذا الصولجان هي نجمة إفريقيا. يبلغ طولها نحو 6 سم، وهي أكبر ماسة مقطوعة في العالم. ويعود الصولجان إلى ملكة بريطانيا.

الماس

في الماس تترابط كل ذرّة كربون مع أربع ذرّات أخرى، ما يجعل الماس صلباً جدًّا- أصلب مادّة موجودة في الطبيعة. ويتشكل الماس في الطبيعة كبلورات رباعيّة الأوجه.



تتلألأ بنية الماس البلورية بألَق، ويحظى الماس بتقدير لجماله. ويمكن أن يتخذ عدة ألوان مختلفة. والماس الأنقى هو الشفاف ويستخدم في صناعة المجوهرات.

*ترابط، 68–69.

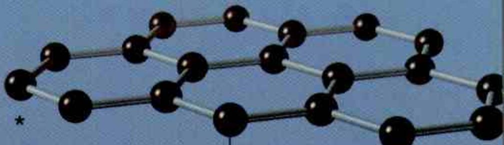
ضروب الماس

تقدّر ضروب الماس غير النقيّ مثل **الكربونادو** (يسمى أيضاً **الماس الأسود**) في الصناعة لصلابتها. وتستخدم في معدّات القطع والحفر، فضلاً عن بعض الساعات شديدة الدقّة.

تُستخرج ضروب الماس الطبيعي من الأرض، لكن يمكن صناعة الماس أيضاً. ويُنتج هذا الماس التركيبي بمزج الغرافيت مع حفاز* وتعريضه لحرارة وضغط شديدين.

الغرافيت

في **الغرافيت** (يسمى أيضاً **بلومباغو**)، ترتبط كل ذرّة كربون بثلاث ذرّات أخرى مرتبة في شبكة من الألواح النخروبية التي تنزلق بسهولة بعضها فوق بعض. وذلك يجعل الغرافيت طريًّا ومتقشّرًا. وتتماسك شبكة الألواح معاً بقوى ضعيفة.



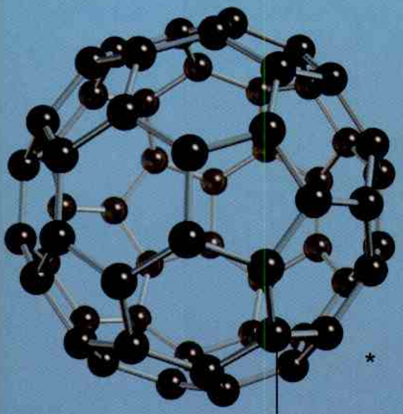
ذرة كربون في الغرافيت

تعطي القوى الضعيفة بين الألواح الغرافيت بنية شديدة الانزلاق، ما يجعل الغرافيت مزلقاً جيّداً جدًّا يستخدم لتقليل الاحتكاك بين قطع المكنات. وتعني القوى الضعيفة أيضاً أنه موصّل جيّد للكهرباء، لذا يستخدم في الغالب لصنع الإلكترودات*.

يُصنع رصاص الأقلام من غرافيت مسحوق ممزوج بالصلصال. وتحتوي الأقلام الطرية على غرافيت أكثر من الأقلام الصلبة.

البكمنسترفولرين

البكمنسترفولرين شكل متغاير من أشكال الكربون اكتشف سنة 1985. يحتوي كل جزيء على 60 ذرّة كربون متصلة بشكل كرة مجوّفة. ويتشكل بتسخين الغرافيت في الهليوم إلى أن يتبخّر، ثم يُترك ليبرد ويتكثف.

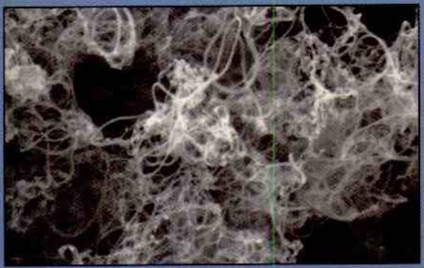


جزيء بكمنسترفولرين

تسمّى جزيئات البكمنسترفولرين أحياناً **كرات بوكي**. وتترتب ذرّاتها في أنماط مسدّسة ومثمّنة شبيهة بتلك الموجودة على كرة القدم.

ونظراً لبنيتها الكروية المتينة، تتّصف كرات بوكي بالقوّة– أقوى بمئة مرّة من الفولاذ لكن لا يبلغ وزنها سوى سدس وزنه.

وباستخدام طريقة مماثلة لتلك المستخدمة لصنع كرات بوكي، يستطيع العلماء صنع **أنابيب نانويّة**. ويأملون باستخدامها لبناء مواد فائقة القوّة.



أنابيب نانويّة– تصنع بتبخير الغرافيت بالليزر وإضافة حفاز* فلزّي.

تحقّق بنفسك

إلق نظرةً على أقلام الرصاص لديك وقارن بين سواد الخطوط التي ترسمها. القلم الذي يحتوي على غرافيت أكثر من الصلصال يعطي خطاً أغمق وأكثر تلطيخاً من الأقلام التي تحتوي على صلصال أكثر من الغرافيت.

الأحرف والأرقام المكتوبة على جانب قلم الرصاص تشير إلى محتواه من الغرافيت/الصلصال. الرقم الذي يلي حرف B (أسود) يعني أنه يحتوي على غرافيت أكثر من الصلصال. والرقم الذي يلي حرف H (صلب) يعني أنه يحتوي على صلصال أكثر من الغرافيت.

القلم المتوسط، وهو الذي يُعطي خطوطاً لا غامقة ولا فاتحة يشار إليه بحرفي HB.

ارتباطات الانترنت

- استكشف عالم الكربون.
enpc1644.eas.asu.edu/carbon/tabcont.htm
- كل شيء عن كرات بوكي من الفضاء الخارجي.
spacescience.com/headlines/y2000/ast21mar_1.htm
- كثير من المعلومات عن الماس، بما في ذلك بنيته واستخدامه.
library.thinkquest.org/26168/
- مزيد من الحقائق المثيرة عن الماس.
www.pbs.org/wgbh/nova/diamond/inside.html
- بناء ماسة من المارش ملو.
beakman.com/diamond/diamond.html
- معلومات عن البكمنسترفولرين.
www.bristol.ac.uk/Depts/Chemistry/MOTM/buckyball/c60a.htm

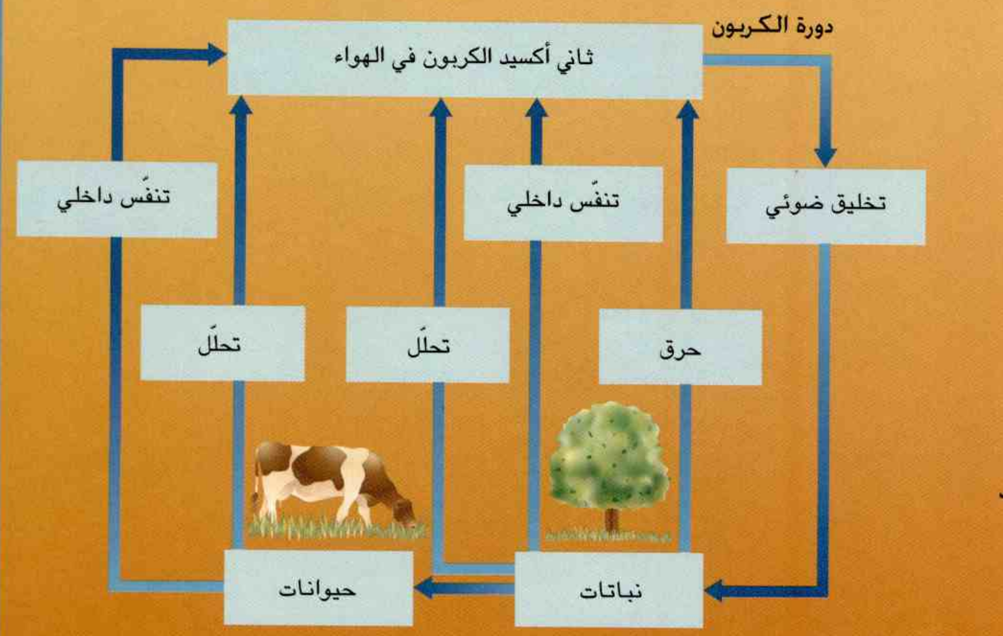
للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*إلكترودات، 82؛ حفّازات 79.

دورة الكربون

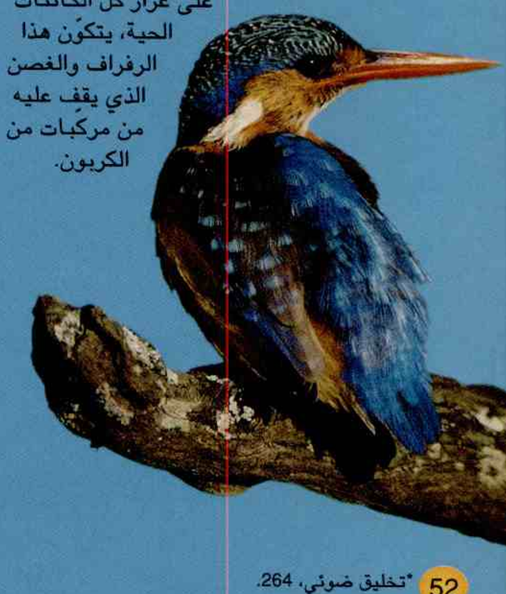
وجدت معظم ذرّات الكربون منذ بداية العالم. وهي تدور في خلايا الحيوانات والنباتات وفي الهواء في عملية تدعى **دورة الكربون**.

تستخدم النباتات ثاني أكسيد الكربون لصنع مركبات الكربون بالتخليق الضوئي*. تأكل الحيوانات النباتات (أو حيوانات أخرى) وتستخدم مركبات الكربون في أجسامها. يعود ثاني أكسيد الكربون إلى الهواء عندما تحترق أنواع الوقود وتتحلل الكائنات الحيّة، ونتيجة للتنفس الداخلي، وهو طريقة تفكيك النباتات والحيوانات للسكريات لإطلاق الطاقة.



مركّبات الكربون

يمكن أن تترابط ذرّات الكربون مع ما يصل إلى أربع ذرّات أخرى، بما في ذلك ذرّات كربون أخرى. ويتيح ذلك للكربون الاتحاد لتشكيل عدة أنواع مختلفة من المركّبات. وهناك مركّبات من الكربون تفوق مركّبات أي عنصر آخر. وتسمّى كل مركبات الكربون الموجودة في الكائنات الحيّة **مركّبات عضوية**.



على غرار كل الكائنات الحية، يتكوّن هذا الرفراف والغصن الذي يقف عليه من مركبات من الكربون.

ألياف الكربون

تستخدم خيوط حريريّة من الكربون النقي، تدعى **أليافاً كربونية**، لتعزيز البلاستيك. وتستخدم هذه المادّة لصنع القوارب الخفيفة ومضارب التنس. وتبلغ قوّة درّاجة السباق المصنوعة من الكربون ثمانية أضعاف قوّة الدرّاجة المصنوعة من الفولاذ، لكنها أخفّ بعدّة مرات.

هيكل هذه الدراجة مصنوع من ألياف الكربون.

مزائج الكربون

يوجد الكربون ممزوجاً مع عناصر ومركبات أخرى. **الفحم** مثلاً مكوّن من الكربون بشكل رئيسي، لكنه يحتوي على الهيدروجين والأكسجين والنتروجين والكبريت. إنه **وقود أحفوري**، أي أنه وقود تشكل على مدى ملايين السنين من بقايا النباتات. وهناك ثلاثة أنواع من الفحم تحتوي على مقادير متفاوتة من الكربون. **اللغنيت**، ويسمّى الفحم البنيّ، يحتوي على 60-70% فقط من الكربون. **والفحم البتيوميني** (الحمّري)، وهو أسود ولماع، يحتوي على أكثر من 80%. **والأنتراسيت** ويحتوي على أكثر من 90% من الكربون.

الفحم الخشبي شكل آخر من أشكال الكربون غير النقي. ولصنعه، يحمّى الخشب في حيّز كتيم للهواء. يزيل ذلك المواد الكيميائية التي تنتج دخان الخشب مخلفاً كتلاً متقشّرة من الفحم الخشبي الذي يحترق بشكل نظيف عند إشعاله.

وليس للفحم أو الفحم الخشبي بنية منتظمة، خلافاً للماس والغرافيت.

*تخليق ضوئي، 264.

استخدام الفحم والفحم الخشبي

الفحم وَقود هام، إذ يُنتج ما يزيد على ثلث كهرباء العالم في محطات كهربائية تحرق الفحم. والليغنيت رخيص ومتوفر بكثرة، لكنه ينتج تلوّثا كبيراً. الفحم البتيوميني والأنثراسيت أفضل لأنهما يسبّبان قليلاً من التلوّث في الهواء.

محطات توليد الكهرباء المزوّدة بوقود الفحم تنتج 600 ميغاواط من الطاقة الكهربائية في الساعة في المتوسط.

يُستخدم شكل من أشكال الفحم الخشبي، يدعى **الفحم الخشبي المنشّط**، في المرشّحات وأقنعة الغاز لإزالة الأبخرة السامّة. فهو يضمّ ثقوباً صغيرة لا تُحصى على سطحه، وهي مثالية لحبس الأبخرة. ويُصنع بالسماح للفحم الخشبي بالاحتراق لفترة وجيزة مع الأكسجين في نهاية عملية صنع الفحم الخشبي.

وغالباً ما يستخدم الفحم الخشبي كوقود للشواء. ويمكن تشكيله في عيدان ليستخدم مادّة للرسم.

تحقّق بنفسك

عندما تشاهد فحماً يحترق في المرة القادمة، حاول أن تتخيّل ما الذي يحدث للجزيئات التي تكوّنه.

تعطي الحرارة الجزيئات الطاقة الكافية لينفصل بعضها عن بعض. ويصدر ذلك طاقة حرارية. وعندما تنفصم الروابط، تتحرّر الذرّات، مثل الهيدروجين، من الجزيئات. وتحترق هذه الذرّات المحرّرة أيضاً معطية مزيداً من الحرارة.

يحترق الفحم الخشبي دون دخان. وذلك يجعله مصدر حرارة مثاليًا للشواء لأنه يطهو الطعام دون تغليفه بالسخام.

ارتباطات الانترنت

- معلومات أساسية حول الكربون.
www.webelements.com/webelements/scholar/elements/carbon/key.html
- موقع مثير ThinkQuest عن دورة الكربون.
library.thinkquest.org/11226/why.htm
- معلومات مفصّلة عن تكوّن الفحم.
www.fe.doe.gov/education/energy2.html
- المزيد عن الفحم وتعدين الفحم من مجلس المعادن في أستراليا.
www.minerals.org.au/pages/page3_35.asp
- تحوّل إلى عميل سريّ Carbon Bond (رابطة الكربون) ونفذ مهام كيميائية تفاعلية.
www.spinaweb.ie/showcase/1124/index.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الكبريت

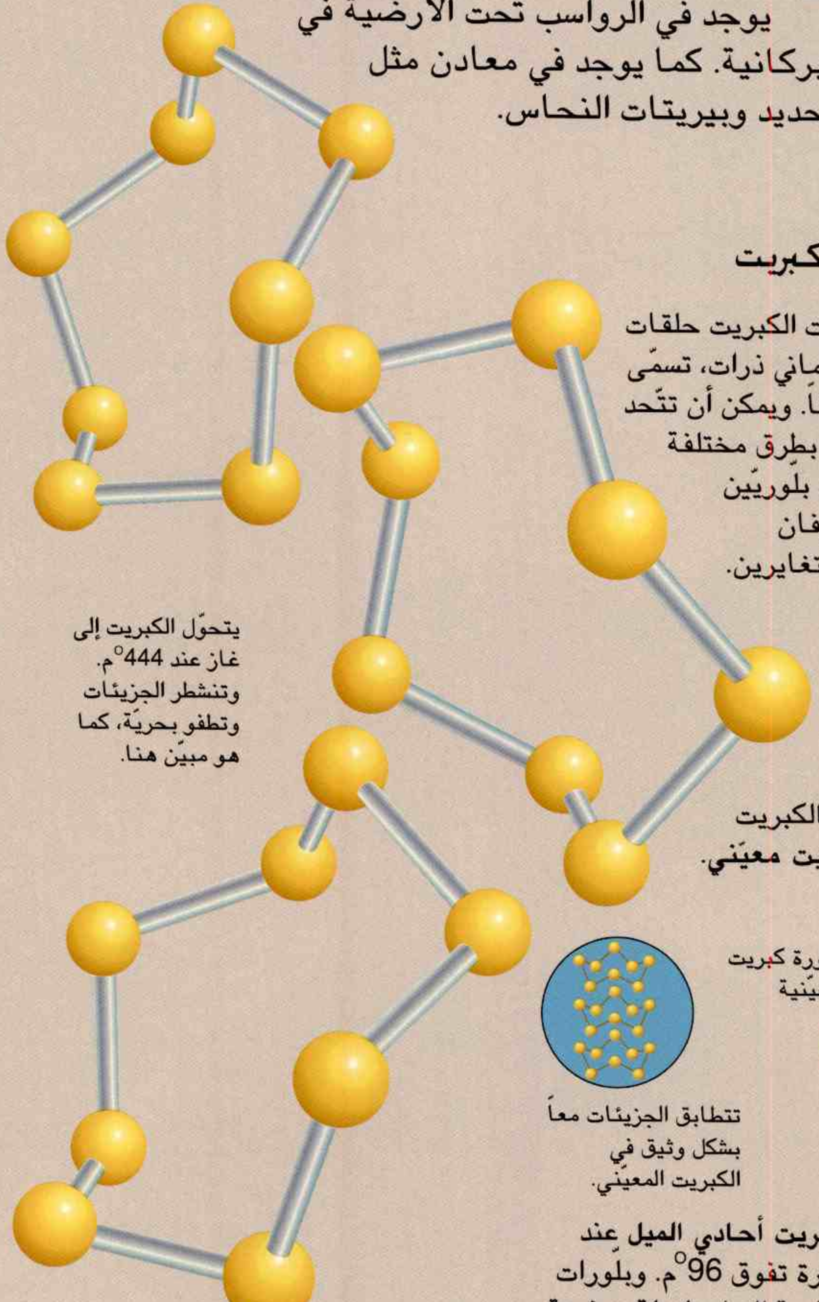
الكبريت عنصر أصفر زاهٍ، وهو جامد وسهل التفتّت. يوجد في الرواسب تحت الأرضية في المناطق البركانية. كما يوجد في معادن مثل بيريتات الحديد وبيريتات النحاس.

الكبريت النقيّ

بيريت الحديد، وهو مركب من الحديد والكبريت.

أشكال الكبريت

تشكّل جُزيئات الكبريت حلقات معوجّة من ثماني ذرات، تسمّى أحياناً تيجاناً. ويمكن أن تتّحد الحلقات معاً بطرق مختلفة لصنع شكلين بلّوريّين متميّزين يعرفان بالشكلين المتغايرين.



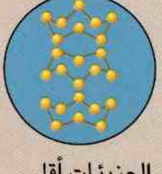
يتحوّل الكبريت إلى غاز عند 444°م. وتنشطر الجزيئات وتطفو بحريّة، كما هو مبيّن هنا.

يوجد معظم الكبريت في شكل **كبريت معيّني**.

تتطابق الجزيئات معاً بشكل وثيق في الكبريت المعيّني.

بلورة كبريت معيّنية

ويتشكل الكبريت **أحادي الميل** عند درجات حرارة تفوق 96°م. وبلّورات الكبريت أحادية الميل طويلة ورفيعة ومتزاوية. وهي تشبه الإبر قليلا.



تكون الجزيئات أقل تراصّاً مما في الكبريت المعيّني، لذا فهو أقل كثافة.

بلورة كبريت أحادية الميل

استخدامات الكبريت

من أهم استخدامات الكبريت صنع **حمض الكبريتيك** المستخدم لصنع المخصّبات والبلاستيك والبطاريات. ويستخدم أيضاً لفلكنة المطاط (تصليبه)، وفي البارود الأسود والأدوية.

ثاني أكسيد الكبريت

يحترق الكبريت بلهب أزرق لتشكيل **ثاني أكسيد الكبريت**، وهو غاز سامّ يتكوّن من الكبريت والأكسجين. ويُستخدم هذا الغاز لقتل الحشرات وكمضاد للفطر وحافظ للفاكهة.

يستخدم ثاني أكسيد الكبريت لحفظ لون المشمش المجفّف.

إنتاج الكبريت

يتم الحصول على معظم الكبريت من أنواع الوقود الأحفوري*. كما يستخرج من الرواسب تحت الأرضية بصهره بالبخار المضغوط. ويسمّى ذلك **عملية فراش**.

ارتباطات الانترنت

- مقالة قصيرة عن حمض الكبريتيك.
  www.sciencenet.org.uk/database/Chemistry/Industrial/c00124c.html
- تعرّف إلى ثاني أكسيد الكبريت، وهو أحد المسبّبات الرئيسية للمطر الحمضي.
  www.soton.ac.uk/~engenvir/environment/air/acid.where.from.html
- استكشف فوّهة بركان وشاهد بلّورات الكبريت وغازاته تتصاعد من الفتحات.
  volcano.und.nodak.edu/vwdocs/Parks/hawaii/crater_rim_drive/menu2.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

*وقود أحفوري، 108.

الفسفور

الفسفور عنصر لافلزي، يوجد بشكل طبيعي في العظام والأسنان والمواد الكيميائية التي تخزن الطاقة في الجسم. ويوجد أيضاً في الأرض، في معدن الأباتيت على سبيل المثال. والفسفور الأبيض أحد أشكاله الأكثر تفاعلاً، وهو يتوهّج في الظلام.

معدنا الأباتيت (إلى اليمين) والفيروز (إلى اليسار) يحتويان على الفسفور.

أشكال الفسفور

يوجد الفسفور في ثلاثة أشكال بلورية أو أشكال متغايرة.

الفسفور الأبيض جامد أبيض شمعيّ سامّ يحترق بسهولة عند تعرّضه للهواء.

الفسفور الأحمر مسحوق أحمر غامق غير سامّ. يتكوّن بتسخين الفسفور الأبيض بمعزل عن الهواء. وهو أقل تفاعلاً من الفسفور الأبيض.

الفسفور الأسود يتكوّن بتسخين الفسفور الأبيض تحت الضغط باستخدام الزئبق كحفّاز*. ويأتي اسمه من مظهره الذي يشبه الغرافيت كثيراً. وهو أقل أشكال الفسفور تفاعلاً.

تحقّق بنفسك

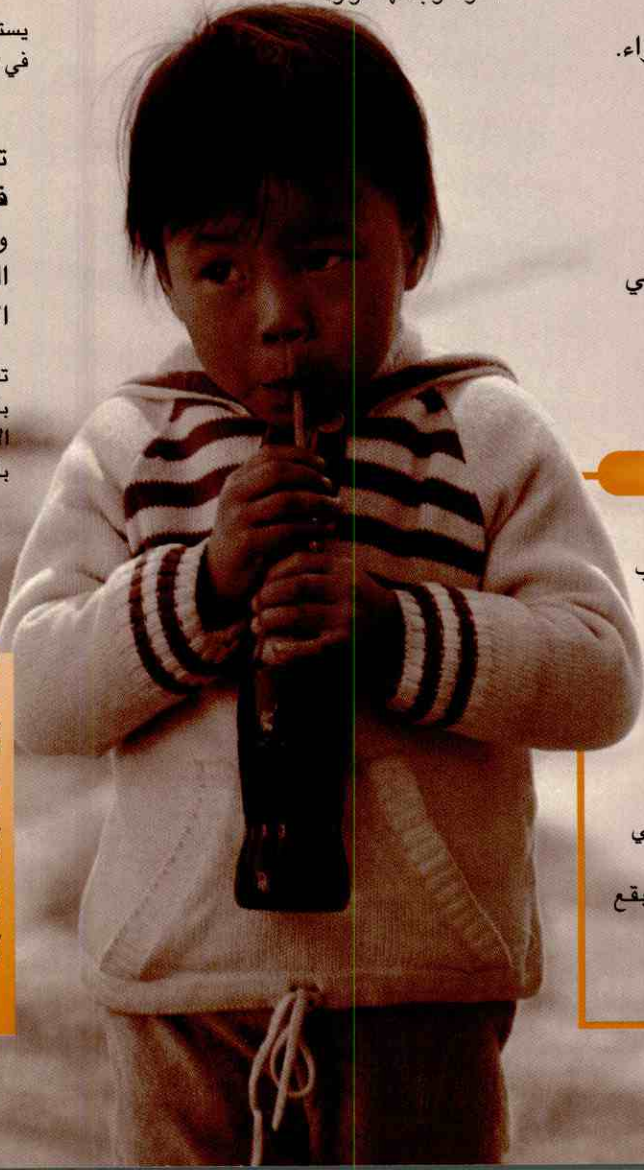
ألق نظرة على لائحة مكوّنات أنبوب معجون الأسنان.

ربما تضم اللائحة فسفات معيّنة، مثل فسفات الصوديوم. وفسفات ثلاثية الصوديوم وهذه مركّبات تحتوي على الفسفور.

تستخدم هذه الأملاح الفوسفاتيّة في معجون الأسنان لأنها تساعد في حلحلة المواد الكيميائية المكوّنة للبقع على أسنانك، ما يساعد في إبقائها بيضاء.

استخدامات الفسفور

من الاستخدامات الرئيسية للفسفور إنتاج **حمض الفسفوريك** (H_3PO_4). ويُستخدم في جعل الحديد والفولاذ مقاومين للصدأ، وفي صناعة المشروبات الفوّارة.



يستخدم حمض الفسفوريك لإضافة النكهة إلى مشروبات الكولا وجعلها فوّارة.

يستخدم الفسفور الأحمر في عيدان الثقاب ومبيدات الآفات والسبائك والإشارة الضوئية لطلب العون.

عندما يضرب عود الثقاب، يصبح الفسفور الأحمر فسفوراً أبيض ويحترق بقوّة في الهواء.

يستخدم الفسفور الأبيض في سموم الجرذان.

تسمّى مركّبات الفسفور والأكسجين **فسفات**. والفسفات هامة لنموّ الحيوان والنبات. وهي تضاف إلى علف الحيوانات وتستخدم في صنع الأسمدة.

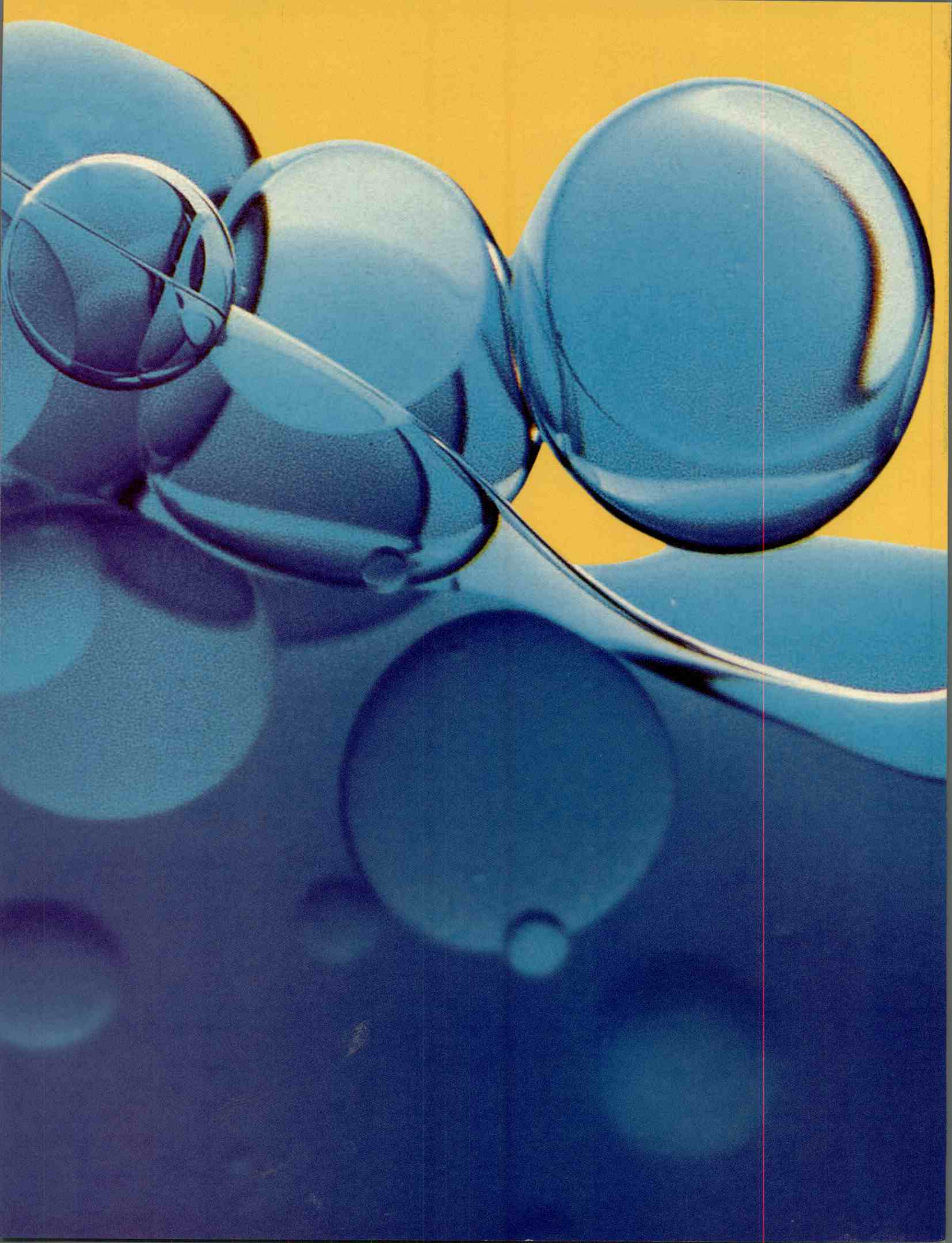
تغذّى محاصيل المزارع، مثل الملفوف، بكميّات كبيرة من الأسمدة الغنيّة بالفسفات.

ارتباطات الانترنت

- معلومات هامّة عن الفسفور.
www.webelements.com/webelements/scholar/elements/phosphorus/key.html
- معرض صور وحقائق عن الفسفات يمكن البحث فيه.
mineral.galleries.com/minerals/phosphat/class.htm
- تعرّف إلى الدور الذي يلعبه الفسفور في نظامك الغذائي.
www.azstarnet.com/~bsmith/tools/phosed.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

*حفّاز، 79.



الأمزجة والمركّبات

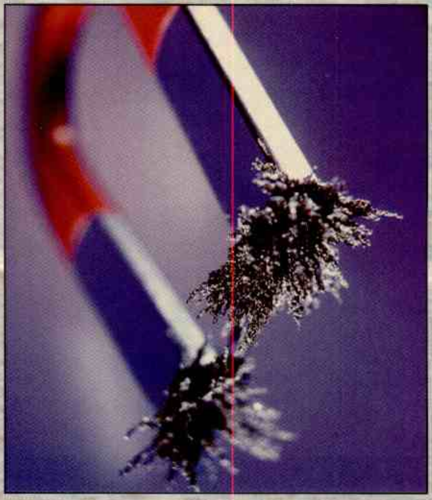
الأمزجة

البوظة هي مزيج من الثلج والحليب والدهن والمنكهات والهواء.

إن معظم المواد الطبيعية المحيطة بنا، مثل مياه البحر والهواء، هي أمزجة. و**المزيج** هو مجموعة من المواد المختلفة يمكن فصلها بعضها عن بعض وذات خواص طبيعية مختلفة – مثل نقاط الغليان المختلفة.

ما هو المزيج؟

لا تكون مكوّنات المزيج مترابطة* كيميائياً. ويمكن بالتالي فصلها بعضها عن بعض بسهولة. مثلاً، يمكن استخراج الحديد من مزيج برادة الحديد والكبريت بواسطة مغنطيس. وهناك طرق أخرى لفصل الأمزجة جرى عرضها في الصفحتين 60-61.



هذا المغنطيس مغطى ببرادة الحديد. عند وضعه في مزيج من الكبريت وبرادة الحديد، تلتصق البرادة بالمغنطيس وتترك وراءها الكبريت.

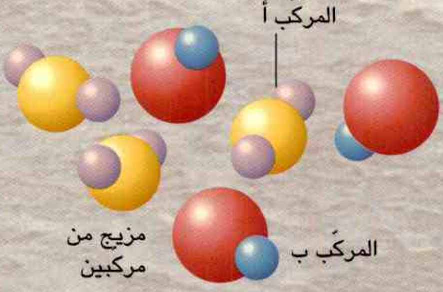
يمكن أن يحتوي المزيج على أية نسبة من المواد التي يتألف منها.

تحتفظ المواد بخواصها الفردية، ويملك المزيج كل خواص المواد، إلا إذا كان محلولاً مثلاً. وفي هذه الحالة، قد تتغير نقاط الغليان والتجمّد بحسب نوع المزيج.

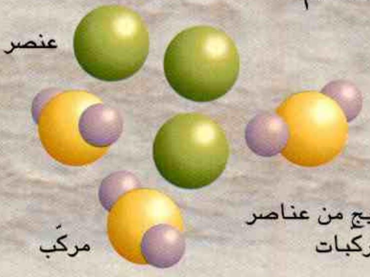
ماذا يوجد في المزيج؟

تحتوي بعض أنواع الأمزجة على عنصرين أو أكثر (مواد مؤلفة من نوع واحد من الذرّات فقط)، كما هو مبين في الرسم أدناه.

تحتوي بعض الأمزجة على مركّبين مختلفين أو أكثر (مواد مؤلفة من ذرات مختلفة مترابطة معاً).



وتحتوي أشكال أخرى من الأمزجة على عناصر ومركبات. فالهواء هو مزيج من عناصر، مثل الكربون، ومركبات مثل ثاني أكسيد الكربون والسخام.



أنواع المزيج

قد يكون المزيج أي مجموعة من المواد الصلبة والسوائل والغازات. فالهواء مثلاً هو مزيج من غازات، بينما ماء البحر هو مزيج من الملح (مادة صلبة) والماء (سائل).

تتألف هذه المسامير المعدنية الصغيرة من النحاس الأصفر، الذي هو مزيج من النحاس والزنك. يطلق على أمزجة المعادن اسم السبائك.

يطلق على مزيج مادة صلبة مذوّبة في سائل، مثل الملح في ماء، اسم **المحلول**. ويعرف السائل باسم **المذيب** فيما يطلق على المادة الصلبة اسم **المذاب**. يقال عن المادة الصلبة التي تذوب بسهولة إنها **ذوّابة**، فيما يقال عن المادة الصلبة التي لا تذوب إنها **غير ذوّابة**.

يطلق على مزيج الجسيمات الصلبة الطافية في سائل أو غاز اسم **المعلّق**. ويعتبر الدم والحليب والدخان أمثلة على المزيج المعلق.

الحليب مزيج معلق من جسيمات الدهن والماء.

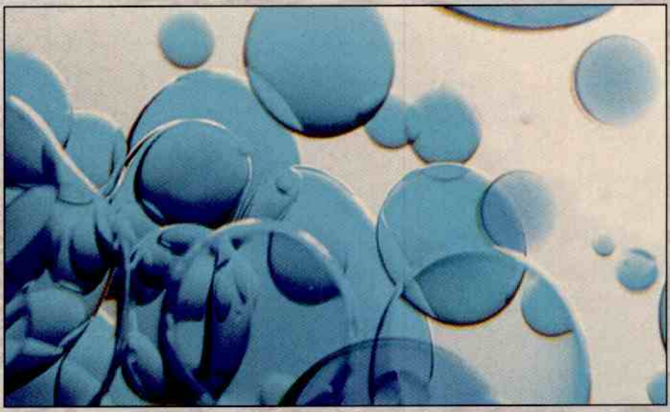
الشاطىء هو مزيج من الرمل والمحار والحصى.

مزج السوائل

يقال عن السوائل التي تمتزج بسهولة، مثل الحبر والماء، إنها سوائل **مَزوجة**. أما السوائل التي لا تمتزج بسهولة، مثل الزيت والماء، فهي **غير مزوجة**.

إلا أنه يمكن جعل هذه السوائل قابلة للامتزاج بإضافة مُستَحلِب. **والمستحلِب** يجعل سائلاً معيناً، كالزيت، يتفكك إلى قطرات دقيقة في سائل آخر، كالماء. يطلق على السائل الناتج اسم **المُستَحلَب**.

مياه البحر هي أساساً محلول من الملح (كلوريد الصوديوم) والماء.



فقاعات زيت في الماء. عند إضافة مستحلِب إلى هذا المزيج، يتفكك الزيت إلى كريات بالغة الصغر ويؤلف مستحلَباً مع الماء.

يتألف مستحلب الطلاء من الماء، وقطرات من الزيت، وخضاب ملوّن، ومستحلِبات كيميائية.

المايونيز مستحلَب من الزيت والخلّ. أما المستحلِب فهو صفار البيض.

المشروبات الفوارة هي مزيج من سائلين (الماء والمنكه) وغاز (ثاني أكسيد الكربون). والغاز هو سبب الفقاقيع الفوّارة.

تحقّق بنفسك

يمكنك مقارنة محلول بمزيج يحتوي على مواد غير ذوّابة. أضف بعض الرمل إلى وعاء من الماء. وحرّكه ثم أضف ملعقة من الملح إلى وعاء آخر من الماء.

لن يذوب الرمل، مهما حرّكته بقوة. ويبقى أمامك مزيج بسيط من الماء والرمل.

لكن أثناء تحريك الملِح في الماء، يذوب ويؤلف محلولاً. فالملح يتفكك إلى أجزاء بالغة الصغر لا يمكن رؤيتها. إلا أنه يوجد مزيج في كلا الوعاءين.

ارتباطات الانترنت

- انقر على «Mixtures» لاختبار مختلف المواد المذابة والمذيبة في مختبر ستيلا Stella's Action Lab. انقر على الأزرار الموجودة إلى اليسار لتحديد خياراتك.
  www.bbc.co.uk/sia/game_index.html
- انقر على «Home demos» وحدد من ثم "Marvelous marbling". استند إلى واقع مفاده أن الزيت والماء لا يمتزجان لتكوين الورق المعرّق.
  nyelabs.kcts.org/openNyeLabs.html
- استخدم الخواص غير القابلة للامتزاج لسائلين لصنع دمية متألقة.
  www.exploratorium.edu/science_explorer/glitter.html
- جرِّب هذا الاختبار البسيط لمعرفة كيفية تأثير الحرارة في سرعة ذوبان المادة الصلبة في سائل.
  www.eecs.umich.edu/~coalitn/sciedoutreach/funexperiments/quickndirty/hyperchem//soltemp.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

فصل الأمزجة

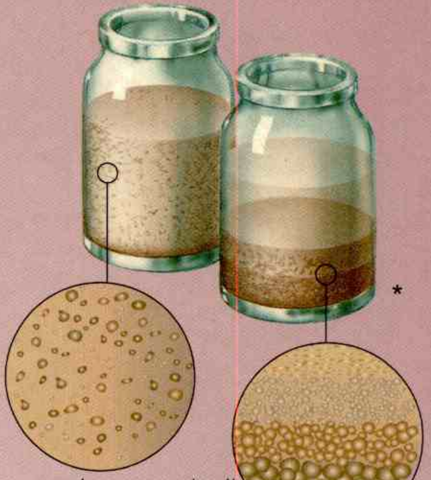
ثمّة عدد من الطرق المختلفة لفصل المواد الموجودة ضمن مزيج. تتوقف الطريقة التي تختارها على الخواص الطبيعية للمواد التي يحتويها المزيج.

في وعاء القهوة هذا، تعمل الشبكة السلكية على فصل البن المطحون عن الشراب الساخن.

التصفيق

التصفيق هو طريقة بسيطة لفصل الجسيمات الصلبة غير الذوّابة عن السائل، تترك خلاله الجسيمات لتترسّب ومن ثمّ يصبّ السائل.

يترسّب الرمل والأتربة والمواد الأخرى في طبقات داخل وعاء فيه مياه موحلة.



الترشيح

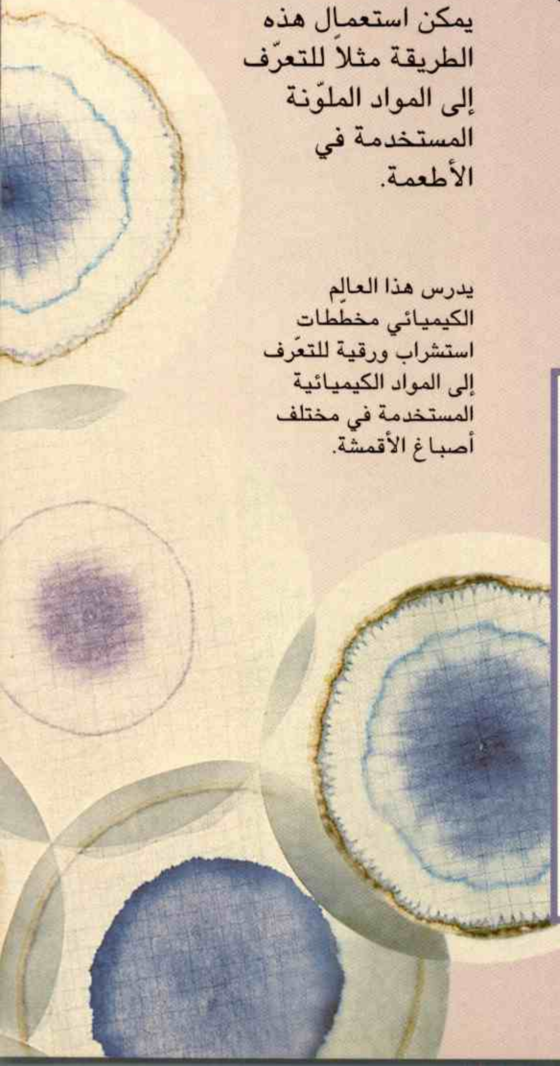
الترشيح هو طريقة أخرى لفصل الجسيمات الصلبة غير الذوّابة عن السائل. يتم صبّ المزيج عبر مرشّح يحبس الجسيمات ويسمح فقط بمرور جزيئات السائل عبره. تستخدم هذه الطريقة في محطّات المياه* كجزء من عملية إنتاج مياه نظيفة للشرب.

يطلق على السائل الذي يمرّ عبر المرشّح اسم الراشح. أما المادة الصلبة التي تبقى فهي الثمالة.

الاستشراب

يستخدم الاستشراب في تحليل المواد في مزيج. يُذوّب المزيج ويوضع بعض المحلول على قطعة من ورق الترشيح. تكون مواد المحلول التي تذوب بسهولة الأسرع في الانتقال فتؤلف أشرطة من اللون اسمها **مخطط الاستشراب**.

يستطيع العلماء التعرّف إلى المواد في محلول معين من خلال مقارنة مخططات الاستشراب الخاصة بها بتلك التابعة لمواد معروفة. يمكن استعمال هذه الطريقة مثلاً للتعرّف إلى المواد الملوّنة المستخدمة في الأطعمة.



يدرس هذا العالِم الكيميائي مخططات استشراب ورقية للتعرّف إلى المواد الكيميائية المستخدمة في مختلف أصباغ الأقمشة.

تحقّق بنفسك

يمكنك استعمال الاستشراب (المذكور أعلاه) لفصل مختلف المواد الكيميائية الملونة التي تؤلف الأحبار. أنت بحاجة إلى ورقة ترشيح أو محرمة مطبخ، ووعاء من ماء وبعض الأقلام اللبادية.

1. ضع بعض نقاط الحبر على مسافة 3 سم من أسفل الورقة.
2. علّق الورقة فوق وعاء الماء بحيث يلامس الماء الورقة ولكن ليس نقاط الحبر.

3. تمتص الورقة الماء. وحين يصل الماء إلى لطخات الحبر، تذوب الأصباغ في الأحبار وتنتقل إلى الأعلى، علماً أن الأصباغ التي تذوب بسهولة أكبر هي التي تنتقل بشكل أسرع.

*محطات المياه، 74

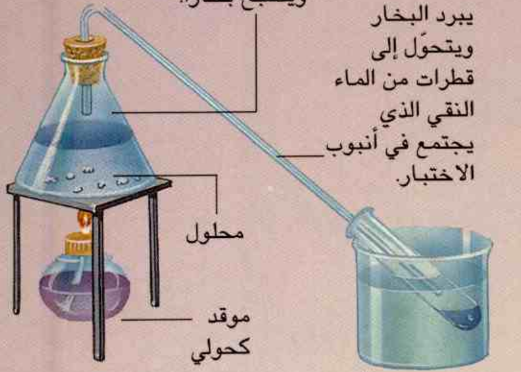
التبخُّر

التبخُّر هو طرِيقة لفصل مادة صلبة ذوّابة عن المذيب* التي ذابت فيه. يُسخَّن المحلول إلى أن يتحولٍ كل السائل إلى بخار (يتبخّر) مخلفاً المادة الصلبة وراءه.

يتبخّر الماء من عصير الليمون المغلي. وفي النهاية، تبقى فقط البلورات الصلبة لحمض السيتريك.

التقطير

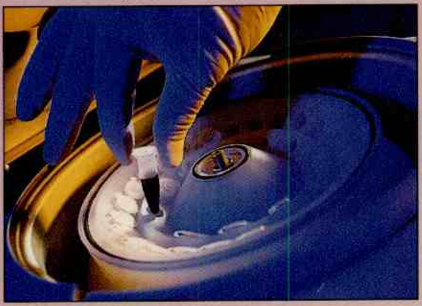
التقطير هو طريقة للحصول على مادة مذيبة نقية، كالماء، من محلول. أوّلاً، يتم غلي السائل وفيما هو يغلي، يتبخّر الماء في شكل بخار. يتم تبريد هذا الأخير ليتكثّف في ماء نقي. يجمع الماء النقي في وعاء آخر. أما الجزء الآخر من المحلول فيترك جانباً.



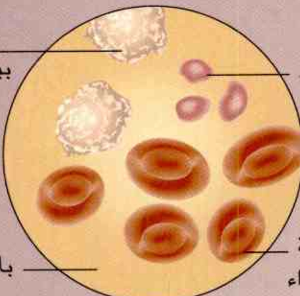
الطرد المركزي

الطرِد المركزي يعمل على فصل الجسيمات الصلبة من مزيج معلّق*. يتم تدويم السائل بسرعة كبيرة جداً داخل آلة اسمها **الطاردة**.

يدفع ذلك الجسيمات الصلبة إلى جدران الوعاء ويمكن صبّ السائل أو ترشيحه.



تستخدم هذه الطاردة في المستشفى لفصل مكوّنات الدم البشري.

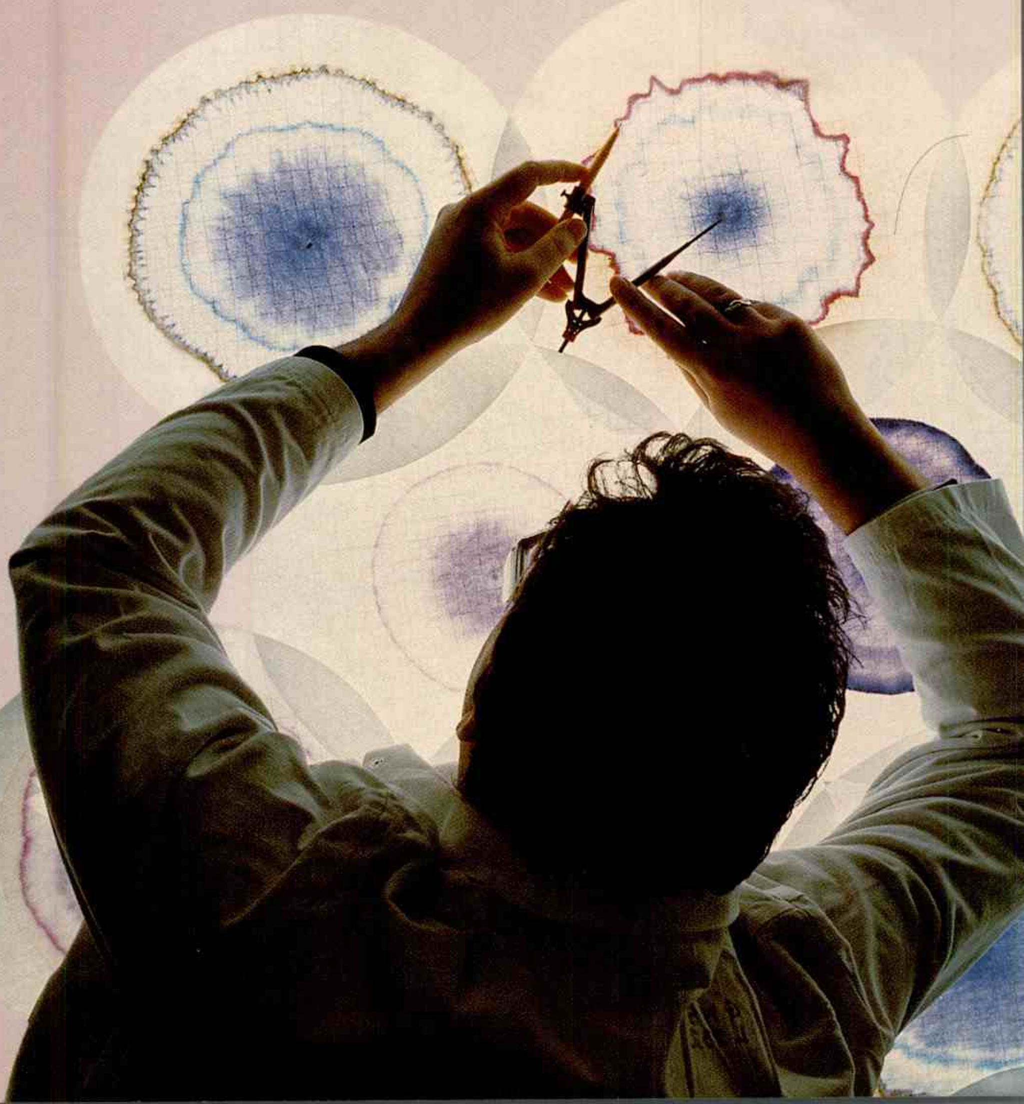


يمكِن فصل الدم داخل الطاردة لأنه مزيج معلق من الخلايا والصفيحات في سائل صافٍ اسمه البلازما.

ارتباطات الانترنت

- تعرّف إلى مختلف أنواع التقطير.
www.iversonsoftware.com/reference/chemistry/Distillation.html
- اعرف المزيد عن التقطير وكيفية استعماله في صناعة النفط.
www.3.cems.umn.edu/orgs/aiche/archive/history/h_distill.html
- تعرّف إلى مختلف الطرق المستخدمة لتنقية مياه الشرب.
www.epa.gov/OGWDW/kids/treat.html
- ثمة مقال شامل عن كل ما يتعلق بالاستشراب– مع تفاصيل حول استعمالاته المختلفة على العنوان.
www.britannica.com/bcom/eb/article/7/0,5716,84627+82448,00.html

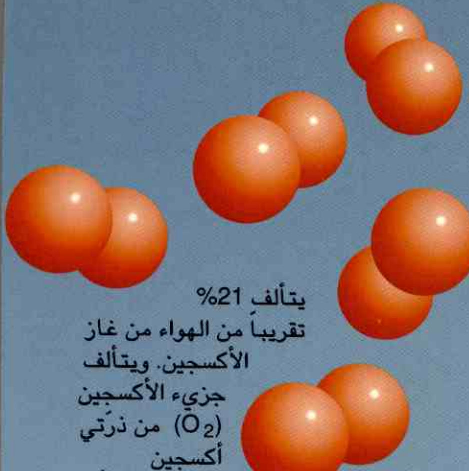
للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".



*مذيب، معلّق، 58.

الهواء

الهواء مزيج من الغازات التي تؤلف طبقة واقية اسمها **الغلاف الجوي** حول الأرض. وهو ضروري للحياة على الأرض– لكي تتنفس الحيوانات وتصنع النباتات غذاءها– فضلاً عن أنه يساعد في حماية الأرض من الأشعة الشمسية فوق البنفسجية* المؤذية. أما الغازات الرئيسية الموجودة في الهواء فهي النتروجين والأكسجين. كما توجد مقادير ضئيلة من الغازات النادرة وثاني أكسيد الكربون، بالإضافة إلى جسيمات صلبة مثل السخام وغبار الطلع.



يتألف 21% تقريباً من الهواء من غاز الأكسجين. ويتألف جزيء الأكسجين (O_2) من ذرتي أكسجين مترابطتين معاً.

الغازات في الهواء

تختلف مقادير مختلف الغازات الموجودة في الهواء بعض الشيء بين مكان وآخر، وبين فصل وآخر، وبين النهار والليل. يُظهر المخطط الدائري أدناه متوسّط أحجام الغازات في شكل نسب مئوية.

تركيب الهواء

النتروجين والأكسجين هما الغازان الرئيسيان. والباقي 1% مؤلف من الغازات النادرة، وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء والمواد الملوثة، مثل ثاني أكسيد النتروجين.

يحمل هذا الغطّاس على ظهره أسطوانة من الهواء المضغوط تحتوي على الأكسجين، لكي يتنفس تحت الماء.

تحتاج كل الحيوانات إلى الأكسجين. فهي تأخذ الأكسجين أثناء الشهيق، وتطلق ثاني أكسيد الكربون أثناء الزفير.

الخياشيم موجودة هنا.

حين تبتلع السمكة الماء، فإنه يعبر خياشيمها. تأخذ الخياشيم الأكسجين المذاب في الماء بحيث يمكن للجسم استعماله.

أكسجين

الأكسجين (O_2) عنصر أساسي للحياة. تأخذ الحيوانات الأكسجين إلى أجسامها وتستخدمه لتفكيك الطعام وإطلاق الطاقة. كما تستخدم النباتات الأكسجين لتحرير الطاقة من غذائها.

يعتبر الأكسجين ضرورياً للاحتراق. وعند وجود الكثير منه، تحترق الأشياء بسرعة كبيرة. لكن في غياب الأكسجين، يعجز أي شيء عن الاحتراق.

فصل الغازات

يمكن فصل الغازات الموجودة في الهواء بواسطة عملية اسمها **التقطير التجزيئي**. يتم تبريد الهواء ومن ثم ضغطه حتى تتحول الغازات إلى سوائل. يتم حينها تسخين هذا المزيج. يغلي كل سائل عند درجة حرارة مختلفة فيتم جمعه على نحو منفصل أثناء غليانه.

تنزع غازات الأكسجين والنتروجين وثاني أكسيد الكربون باستمرار من الهواء وتعود إليه بواسطة الكائنات الحيّة كجزء من الدورات الطبيعية.

*أشعة فوق بنفسجية، 213.

ثاني أكسيد الكربون

ثاني أكسيد الكربون (CO_2) مركب يتألف من عنصريَ الكربون والأكسجين. يحتوي الهواء على 0.03% تقريبا من ثاني أكسيد الكربون.

يحتوي جزيء ثاني أكسيد الكربون (CO_2) على ذرّة كربون وذرّتي أكسجين.

يذوب ثاني أكسيد الكربون قليلاً في الماء، فهو يذوب لتكوين محلول ضعيف من حمض الكربون. ويعتبر ثاني أكسيد الكربون جزءاً من دورة الكربون*. فالحيوانات تزفره، والنباتات تطلقه وتستخدمه في التركيب الضوئي*.

تعجز معظم المواد عن الاحتراق في جوٍّ من ثاني أكسيد الكربون. ولهذا السبب يتم استخدامه في مطافىء الحريق.

ثاني أكسيد الكربون أثقل من الهواء، ولذلك فهو يتدفق فوق النار ويخنقها مانعاً الأكسجين من الوصول إليها.

إن أنواع الوقود المحتوية على الكربون، كالخشب والفحم والنفط، تنتج ثاني أكسيد الكربون أثناء احتراقها. وبما أننا نحرق الآن الكثير من الوقود، يزداد مقدار ثاني أكسيد الكربون في الهواء. وقد أدّى ذلك إلى مشاكل الاحترار العالمي (راجع ظاهرة الدفيئة، الصفحة 65).

تحقّق بنفسك

جرّب هذا الاختبار لترى كيف ينجح ثاني أكسيد الكربون في إطفاء النار.

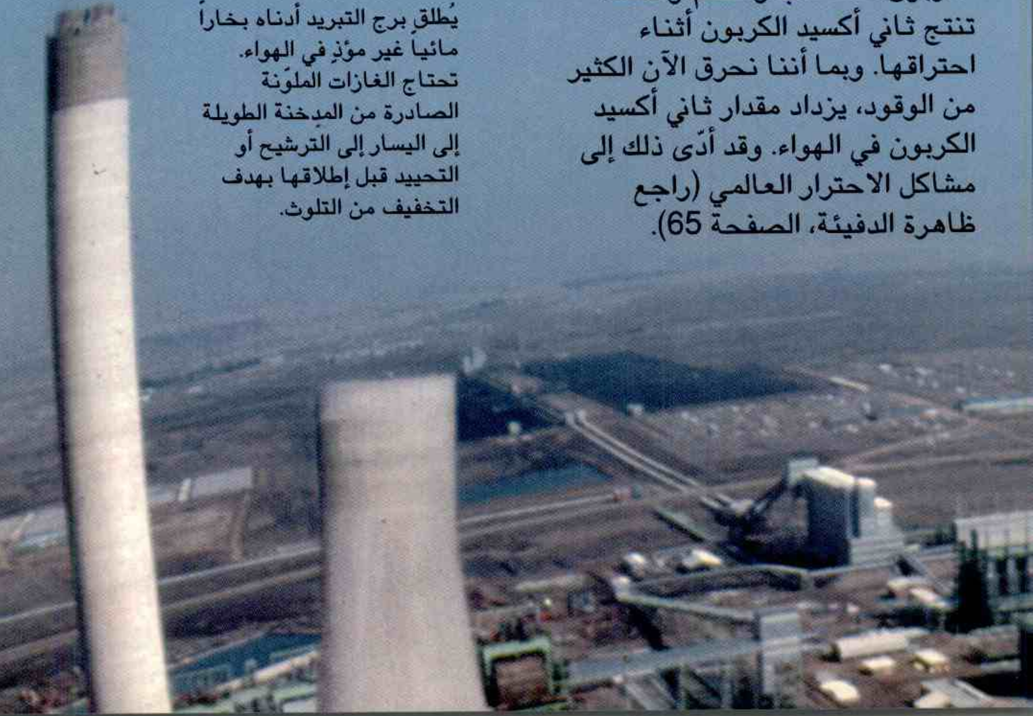
اشعل شمعة صغيرة. ضع خمس ملاعق كبيرة من الخلّ في قنينة. أضف إليها نصف ملعقة طعام من بيكربونات الصودا. أثناء فوران المزيج، ضع فم القنينة بالقرب من الشمعة، شرط التأكد من عدم هروب أي من السائل.

شمعة صغيرة

تنطفىء الشمعة لأن ثاني أكسيد الكربون الناتج من التفاعل يمنع الأكسجين من الوصول إلى اللهب.

نوعيّة الهواء

يُطلق العديد من المواد الملوَّثة في الهواء عبر المداخن الصناعية. يحتوي العديد من المداخن على أجهزة ترشيح ومواد محيِّدة تجعل الغازات الناتجة أكثر أماناً. تؤخذ عيّنات من الغازات المنفلتة على الدوام للتحقق من مستويات التلوث.



يُطلق برج التبريد أدناه بخاراً مائياً غير مؤذٍ في الهواء. تحتاج الغازات الملوّنة الصادرة من المدخنة الطويلة إلى اليسار إلى الترشيح أو التحييد قبل إطلاقها بهدف التخفيف من التلوث.

الغازات النبيلة

الغازات النادرة الستة الموجودة في الهواء هي العناصر الوحيدة الموجودة في شكل ذرّات أحادية. وهي كلها غير تفاعلية (خاملة) وتؤلف جزيئات في حالات نادرة.

الأرغون (Ar) يستخدم غالباً لملء الفراغ داخل المصابيح الكهربائية المنزلية. وهو غير تفاعلي أبداً لدرجة أن الفتيلة المتوهجة لا تتفاعل معه وتحترق.

الكريبتون (Kr) يستخدم داخل الأنابيب الفلورية. أما **النيون (Ne)** فيتوهّج باللون الأحمر البرتقالي حين تعبره الكهرباء، ولذلك يستخدم في مصابيح النيون، وفي مصابيح الطرق بعد مزجه بالصوديوم.

الزينون (Xe) يستخدم في التصوير الومضي. أما **الرادون (Rn)** فهو إشعاعي وينجم عن الاضمحلال الإشعاعي* للراديوم، وهو عنصر معدني. وبالنسبة إلى **الهليوم (He)** فهو لا يؤلف أية مركبات ويعتقد أنه غير تفاعلي تماماً. وهو أقل كثافة بسبع مرات من الهواء، ولذلك يستخدم في المناطيد.

هذا البالون المليء بالهليوم ينقل معدّات علمية إلى الغلاف الجوي العلوي.

ارتباطات الانترنت

- اعرف المزيد عن الغازات الموجودة في الغلاف الجوي للأرض من خلال النقر على رموزها www.webelements.com
- ثمة موقع مخصص للمعلومات بشأن النيون واستخداماته. انقر على "Neon School" و"Neon FAQ" للحصول على المعلومات، وعلى «Neon tAr» للحصول على صور www.neonshop.com/
- تعرّف إلى عنصر الهليوم وسبب عوم بالونات الهليوم. www.howstuffworks.com/helium.html
- مشكلة تلوث الهواء كما هي معروضة في نادي سييرا a ClubSierr، وهو منظمة بيئية أميركية. www.sierraclub.com/cleanair/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*إضمحلال إشعاعي، 115؛ تركيب ضوئي، 81؛ دورة الكربون، 52.

النتروجين

يتألف معظم الهواء (نحو 78%) من النتروجين (**N_2**). يعاد تدوير النتروجين على الدوام بين الهواء والكائنات الحية. ويطلق على ذلك اسم **دورة النتروجين**.

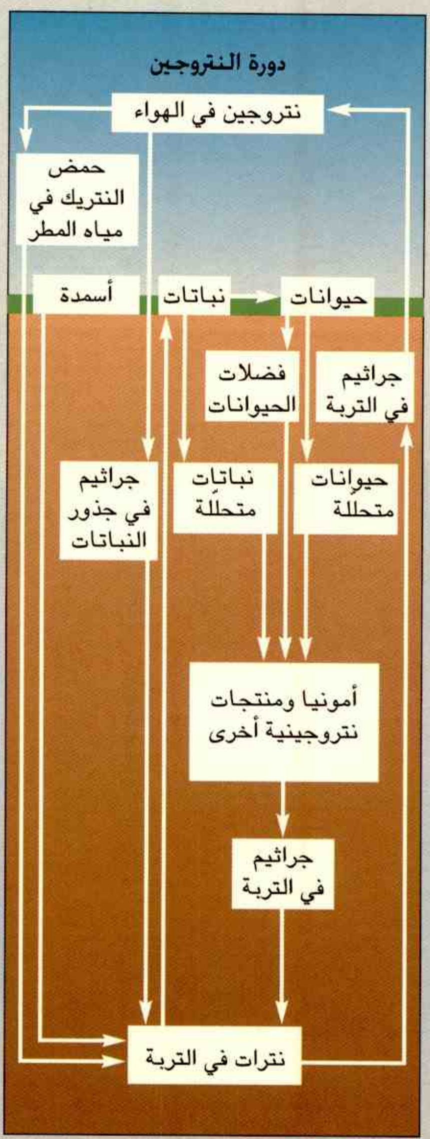
تنشطر جزيئات النتروجين في الهواء نتيجة البرق، وترتبط الذرات الحرة منه بالأكسجين لتكوين غازات أكسيد النتروجين. يحتوي التلوث الصادر عن محطات توليد الكهرباء أيضاً على هذه الغازات.

تتفاعل الغازات مع الماء لتصبح حمض النتريك في مياه المطر. يشكل هذا الحمض أملاح النتروجين المعروفة باسم **النترات** في التربة.

تحتوي الأسمدة* أيضاً على مقدار كبير من النترات، وتزيد بالتالي من محتوى النترات في التربة. كما تزيد بعض الجراثيم، الموجودة في جذور بعض النباتات، من كمية النترات من خلال أخذ النتروجين مباشرة من الهواء وتحويله إلى نترات.

تمتصّ النباتات النترات وتستخدمها في صنع البروتينات. تأكل الحيوانات النباتات وتستخدم البروتينات في أجسامها. أما الأمونيا ومركبات النتروجين الأخرى فتعود إلى التربة عبر روث الحيوانات، وعبر تحلّل الحيوانات والنباتات بعد موتها.

تتحوّل المركبات مجدداً إلى نترات نتيجة عمل أحد أنواع الجراثيم في التربة. وثمة نوع آخر من الجراثيم يأخذ النترات ويحلّلها ويطلق النتروجين مجدداً في الهواء.



استخدامات النتروجين

يتمثل الاستخدام الأساسي للنتروجين في إنتاج الأمونيا لصنع الأسمدة *. ولهذه الغاية، يتّحد النتروجين مع الهيدروجين. كما يستخدم النتروجين في توضيب أطعمة مثل اللحم المملح ورقاقات البطاطا المقلية، لأن الهواء العادي يجعل الطعام يتأكسد* ويتلف.

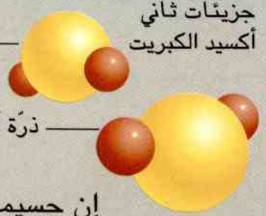
أما النتروجين السائل فبارد جداً وغير تفاعلي بحيث يستخدم لحفظ الأعضاء البشرية لغرس الأنسجة الحية.

غازات تسبّب التلوث

يتكوّن **أول أكسيد الكربون (CO)** حين يحترق الوقود في إمداد محدود من الهواء، كما في محرّك السيارة. تحترق معظم أنواع الوقود بسرعة كبيرة بحيث يصعب عليها الحصول على كمية كافية من الأكسجين، فينتج أول أكسيد الكربون بدلاً من ثاني أكسيد الكربون. والواقع أن أول أكسيد الكربون هو غاز سام جداً يمنع الخلايا الحمراء في دم الحيوانات من نقل الأكسجين.

تحتوي جزيئات أول أكسيد الكربون على ذرّة واحدة فقط من الأكسجين.

ينتج **ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)** عن احتراق الوقود الأحفوري*، ولاسيما الفحم. وثاني أكسيد الكبريت غاز سام يسبب مشاكل في التنفس. وهو يتفاعل مع المطر لإنتاج المطر الحمضي (راجع الصفحة المقابلة).



إن جسيمات السخام والغبار ومركبات الرصاص الناتجة عن الصناعة هي أشكال أخرى للتلوث الممكن تنشقه والذي يستقرّ على النباتات. والواقع أن مركبات الرصاص هي سموم تتراكم في الجسم وقد تسبب ضرراً في الدماغ عند الأولاد الصغار.

إن التلوث الذي يغطي هذه المدينة مؤلف من ضباب دخاني، وهو مزيج من الضباب وجسيمات الدخان وثاني أكسيد الكبريت. وقد يكون مؤذياً جداً للكائنات الحية.

*أسمدة، 89؛ تأكسد، 80؛ وقود أحفوري، 109.

طبقة الأوزون

في الغلاف الجوي العلوي، تتّحد ذرّات الأكسجين في مجموعات ثلاثية، فتؤلف جزيئات الأوزون (O_3). وهو شكل متغاير* للأكسجين. والأوزون غاز سام، لكنه يؤلف طبقة في الغلاف الجوي العلوي تمتص معظم الأشعة الشمسية فوق البنفسجية* المؤذية فتحمي الأرض منها.

يحول ثاني أكسيد الكربون في الهواء دون هروب الحرارة من الأرض تماما مثلما يحول الزجاج دون هروب الحرارة من بيت الدفيئة.

لولا وجود طبقة الأوزون الواقية حول الأرض، لما استطاع هذا الكوكب البقاء حياً.

ظاهرة الدفيئة

تستخدم هذه العبارة لوصف الطريقة التي يحدث فيها تزايد مستويات ثاني أكسيد الكربون في الهواء **احترارا عالمياً** - أي ارتفاعاً في درجات الحرارة في العالم.

فكلما ارتفع مستوى ثاني أكسيد الكربون، احتبس المزيد من الحرارة في الغلاف الجوي للأرض (راجع الصورة فوق). حتى أن الارتفاع البسيط في درجات الحرارة يرفع من مستوى سطح البحر نظراً لتمدد الماء، ويؤثر في الرياح والطقس، ويؤدي إلى ذوبان بعض الجليد في القطبين. ويقول العلماء إنه إذا استمر مستوى ثاني أكسيد الكربون في الارتفاع وفق معدله الحالي، فسوف تزداد معدلات الحرارة بين 1.5°م و4°م خلال الخمسين سنة المقبلة.

المطر الحمضي

المطر هو دائماً ذو محتوى طفيف من الحموضة نتيجة ذوبان ثاني أكسيد الكربون فيه. لكن بعض المواد الملوّثة مثل ثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد النتروجين تجعله أكثر حموضة. يطلق على المطر الذي يحتوي على مستويات خطرة من الحمض اسم **المطر الحمضي**. وهو يأكل المعادن، ويتلف الأبنية الحجرية، ويجعل المياه في الأنهار والبحيرات أكثر حموضة.

*

تحقّق بنفسك

جرّب هذا الاختبار لتلاحظ كيفية تأثير الحموض على مواد البناء.

ضع كتلة صغيرة من الاسمنت الجاف داخل كوب زجاجي واسكب فوقها كمية كافية من الخلّ لتغطيتها. اترك الكوب جانباً مدة يومين أو ثلاثة.

يتفاعل حمض الإيتان في الخلّ مع الاسمنت، الذي يذوب تدريجيا بسبب الحمض.

ارتباطات الانترنت

- قم بجولة تفاعلية في ثقب الأوزون على العنوان www.atm.ch.cam.ac.uk/tour/
- دراسة مطولة عن الاحترار العالمي على العنوان www.ngdc.noaa.gov/paleo/globalwarming/
- نظرة مفصلة على الغلاف الجوي. ATM_CHEM/ozone_atmosphere.html
- تعرَف إلى المطر الحمضي وتأثيراته. www.epa.gov/acidrain/student/student2.html
- كل شيء عن النتروجين ودورة النتروجين. www.fma.org.uk/nitrogen.html
- المزيد من المعلومات المفيدة حول النتروجين www3.cems.umn.edu/orgs/aiche/archive/history/h_s_n2.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*أشعة فوق بنفسجية، 205؛ متغايرات 71.

المركَّبات

الكوارتز هو مركّب من السليكون والأكسجين يوجد طبيعياً في الأرض. وهناك أنواع عدّة من الكوارتز. يطلق على هذا النوع اسم الكوارتز اللبني.

يوجد أكثر من مئة عنصر كيميائي مختلف، لكن هذه العناصر تتّحد معاً في عدّة طرق مختلفة لتكوين مليوني مادة مركبّة مختلفة على الأقل. يحتوي **المركّب** على ذرّات من عنصرين أو أكثر، يترابطان كيميائيا لتكوين مادة جديدة ومختلفة.

الصيغ الكيميائية

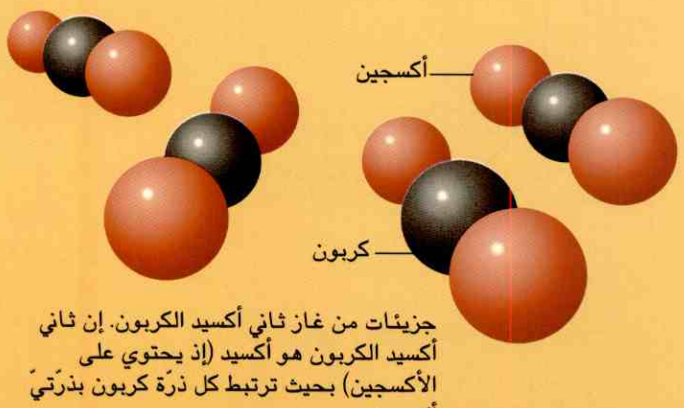
تحتوي كل عيّنة من مركّب على النسب نفسها من العناصر التي تؤلفه. يمكن كتابة هذه العناصر في شكل **صيغة كيميائية**، تعرض نسب العناصر في المركب.

فعلى سبيل المثال، إن H_2O هي صيغة الماء (أكسيد الهيدروجين) لأن كل ذرتين من الهيدروجين مرتبطتان بذرّة واحدة من الأكسجين.

مجموعات المركّبات

يمكن تنظيم المركّبات في مجموعات منفصلة، مثل الحموض والقواعد، وذلك حسب خصائصها الكيميائية.

كما يمكن تصنيف المركّبات حسب الذرّات التي تحتويها. فعلى سبيل المثال، تحتوي كل مركبات الكلوريد على الكلور، فيما تحتوي الأكسيدات على الأكسجين.

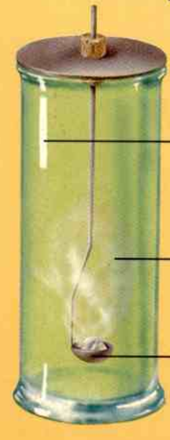


جزيئات من غاز ثاني أكسيد الكربون. إن ثاني أكسيد الكربون هو أكسيد (إذ يحتوي على الأكسجين) بحيث ترتبط كل ذرّة كربون بذرّتيّ أكسجين.

خواص المركّبات

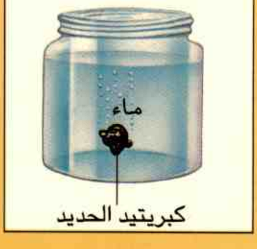
تملك المركّبات خاصتين أساسيتين:

- لا يمكن فصلها بوسائل فيزيائية، مثل الترشيح أو التبخير، لأنها مترابطة كيميائياً؛
- يوجد لها خصائص مختلفة عن العناصر التي تتألف منها.



وعلى سبيل المثال، فإن كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) هو مركب مؤلف من الكلور، وهو غاز سام، والصوديوم، وهو معدن شديد التفاعل. لكن حين يجتمع هذان الاثنان معاً، يفقدان خصائصهما الخطيرة.

حين يسخّن الحديد والكبريت معاً، فإن المركّب الناتج (كبريتيد الحديد) يملك خصائص مختلفة عن العناصر الأساسية.



وخلافاً للحديد، لا يكون كبريتيد الحديد مغنطيسياً، وبعكس مسحوق الكبريت، فإنه يغرق في الماء، كما هو مبين في الصورة إلى اليسار.

بعد التفاعل، لا يمكن فصل الحديد والكبريت أبداً عن بعضهما البعض.

مركّبات يومية

إن معظم المواد المحيطة بنا، بما في ذلك الأشياء التي نأكلها، هي مركّبات. فملح الطعام هو مركّب من الصوديوم والكلور، واسمه الكيميائي **كلوريد الصوديوم (NaCl)**.

الزبدة هي مزيج من مركبات الكربون والهيدروجين والأكسجين

يحتوي عصير الليمون على حمض السيتريك، وهو مركب من الكربون والهيدروجين والأكسجين، الممزوج بالماء.

الزجاج مركّب مؤلف من الكلسيوم والسليكون والأكسجين والصوديوم.

يحتوي البيض على مركّبات الكربون، والنتروجين، والفسفور، والهيدروجين، والأكسجين والكبريت.

قشرة البيض مؤلفة من مركب اسمه كربونات الكلسيوم، يوجد أيضاً في الطبيعة في شكل حجر جيري وطبشور.

تحقّق بنفسك

قبل خبز الكاتو، تكون مكوّناته عبارة عن مزيج لزج من مختلف العناصر والمركبات والأمزجة الأخرى.

لكن عند خبز مزيج الكاتو، تحدث الحرارة تفاعلات كيميائية* تربط المواد المختلفة في مركبات جديدة.

عند خبز الكاتو، تحدث تفاعلات كيميائية وتنشأ مركبات جديدة.

المركّبات العضوية

تحتوي كل **المركّبات العضوية** على عنصر الكربون. وتتألف جميع الكائنات الحية من مركّبات عضوية. تستخدم هذه المركّبات أيضاً في صناعة اللدائن ومواد التنظيف والدهانات والأدوية. لمعرفة المزيد عن المركبات العضوية، انظر الصفحات 92-95.

يحتوي العديد من مستحضرات التجميل على مركبات عضوية مثل الزيوت لمنحها قوامها. لكن العديد من المركبات التي تمنحها اللون، واسمها الخضاب، هي غير عضوية.

ارتباطات الانترنت

- تعلّم المزيد عن كيفية كتابة الصيغ الكيميائية.
  www.goodnet.com/~watsonj/chemistry/
- تعرّف إلى بعض المركبات المفيدة جداً للبشرية
  www.chem.yorku.ca/hall_of_fame/gallery.1E.html
- اكتب اسم مركب لنماذج جزيئية ومعلومات أساسية.
  antoine.frostburg.edu/chem/senese/101/compounds/library.shtml
- شارك في لعبة مطابقة المركبات الشائعة مع أسمائها الكيميائية
  www.quia.com/mc/3021.html
- معلومات حول تسمية المركبات.
  library.thinkquest.org/3659/atommole/molecular.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*تفاعلات كيميائية، 76-79.

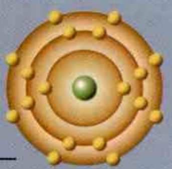
الترابط

تنتج الأشكال الجميلة والمتناظرة لبلورات الجليد والسطوح القاسية والمتألقة للماس عن طريقة التحام أو ترابط ذرّاتها بعضها ببعض. وتتوقف خواص المادة، وطريقة تفاعلها مع المواد الأخرى، على شكل هذه الروابط.

بلورات جليد

الأغلفة الالكترونية

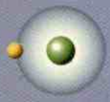
لا تحتاج الذرّة **المستقرة** إلى خسارة الإلكترونات* أو كسبها من الغلاف الإلكتروني الخارجي المحيط بنواتها (راجع التركيب الذري في الصفحتين 10–11). لكن **الذرات غير المستقرة** تسعى للارتباط بذرّات أخرى لكي تصبح مستقرة.



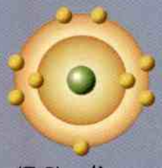
يملك الأرغون غلافاً خارجيا كاملاً من الإلكترونات. وهو مستقر ولا يرتبط بأية ذرّات أخرى.

لمعظم الذرات عدّة أغلفة من الإلكترونات. يستطيع الغلاف الأول احتواء إلكترونين، فيما يستوعب الغلافان الثاني والثالث حتى ثمانية الكترونات، علماً أن بعض الذرّات في المركبات تستوعب لغاية 18 الكتروناً في غلافها الثالث.

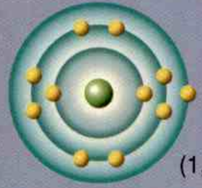
وحين يكون الغلاف كاملاً، تبدأ الإلكترونات بتكوين غلاف جديد. يطلق على ترتيب الإلكترونات حول النواة اسم **التشكيلة الإلكترونية**. ويمكن كتابة هذه التشكيلة بمثابة أرقام بعد اسم الذرة.



هيدروجين (1)



فلور (7,2)



صوديوم (1,8,2)

للتوصّل إلى غلاف خارجي كامل أو مستقر، قد تتشارك الذرّة مع ذرّات أخرى بالإلكترونات أو تمنح إلكترونات الى ذرّة أخرى أو تأخذها منها. (انظر الترابط التشاركي والأيوني والفلزي، الصفحتان 69-70).

تحقّق بنفسك

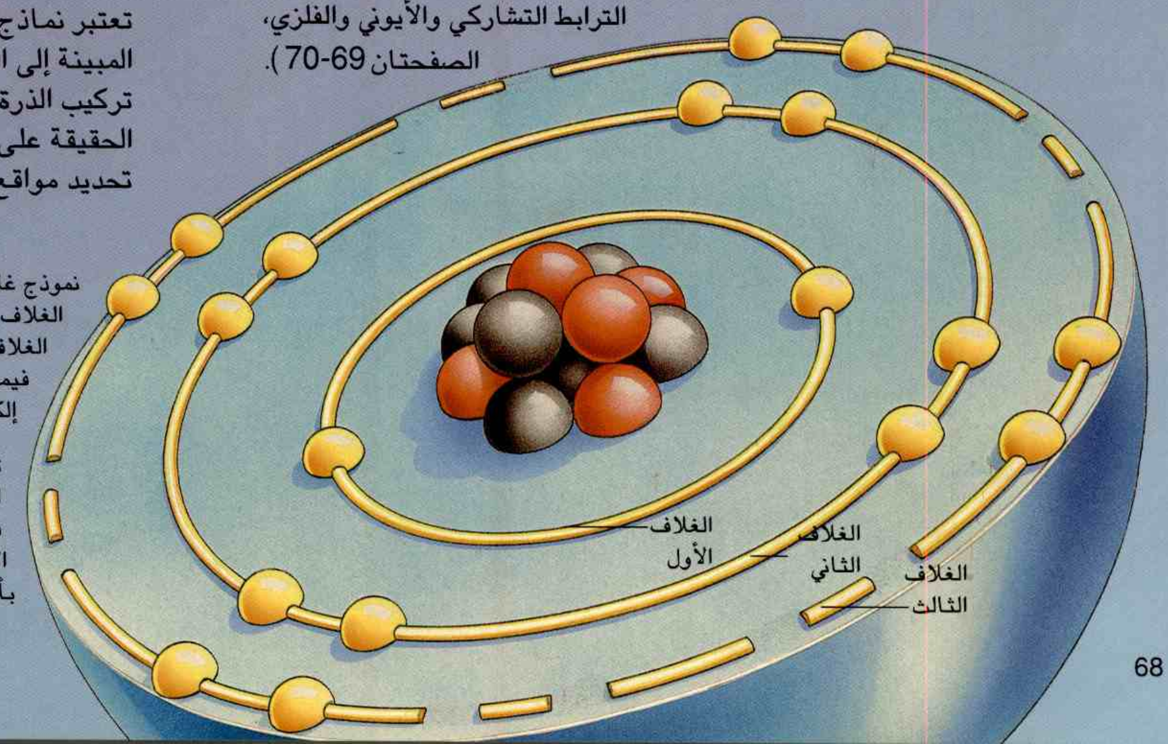
يكشف العدد الذري لذرّة معيّنة عن عدد البروتونات* الموجودة فيها. فالذرّة الواحدة تملك العدد نفسه من البروتونات والإلكترونات. حاول حساب التشكيلات الإلكترونية للذرّات أدناه. وتذكّر أن هذه الذرات قد تملك إلكترونين في الغلاف الأول ولغاية 8 إلكترونات في الغلاف الثاني.

مغنيزيوم (العدد الذري 12)
أرغون (العدد الذري 18)
نتروجين (العدد الذري 7)
بوتاسيوم (العدد الذري 19)
سليكون (العدد الذري 14)

(الأجوبة في الصفحة 447.)

نماذج الأغلفة

تعتبر نماذج الأغلفة، مثل تلك المبينة إلى اليمين، مفيدة لفهم تركيب الذرة. لكن الذرّات لا تبدو في الحقيقة على هذا الشكل ولا يمكن تحديد مواقع الإلكترونات بدقة.



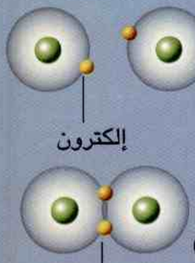
نموذج غلافي لذرّة. يوجد إلكترونان في الغلاف الأول، وثمانية الكترونات في الغلاف الثاني. أما الغلاف الثالث فيمكنه استيعاب حتى 18 إلكتروناً.

تُظهر الفجوات في الغلاف الثالث المكان الذي تستطيع فيه الإلكترونات الإضافية الاستقرار إذا ارتبطت هذه الذرّة بأخرى.

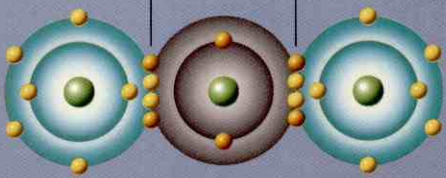
*إلكترونات، بروتونات، 10.

الترابط التشاركي

ينشأ **الترابط التشاركي** حين تتشارك ذرات في الإلكترونات. وفي معظم العناصر والمركبات التشاركية (الإسهامية) الترابط، ترتبط الذرّات مع بعضها لتكوين جزيئات. فعلى سبيل المثال، تملك ذرات الهيدروجين إلكتروناً واحداً، وينشأ جزيء الهيدروجين عندما تتشارك ذرّتان في إلكتروناتهما. ويعطي ذلك كلا الذرتين غلافاً خارجياً كاملاً.



كما تتحد الذرات في ثاني أكسيد الكربون بعضها مع بعض بواسطة ترابطات تشاركية. وفي هذه الحالة، تتشارك كل ذرّة من الذرات بإلكترونين مع شريكتها. يطلق على ذلك اسم **الرابطة المزدوجة**. لمعرفة المزيد عن الترابطات التشاركية، راجع الصفحتين 92-93.



المواد التشاركية

تميل العناصر اللافلزّية، والمركّبات المؤلفة فقط من اللافلزّات، إلى تكوين ترابطات تشاركية.

تكون الترابطات التشاركية بين الذرات داخل الجزيء قوية، لكن التجاذب بين جزيئين لا يكون قوياً جداً. لذا، تميل الجزيئات إلى التفكك بعضها عن بعض عند تسخينها، وبالتالي يكون لهذه المواد نقاط انصهار وغليان منخفضة. والواقع أن العديد منها يكون في شكل سوائل أو غازات عند درجة حرارة الغرفة.

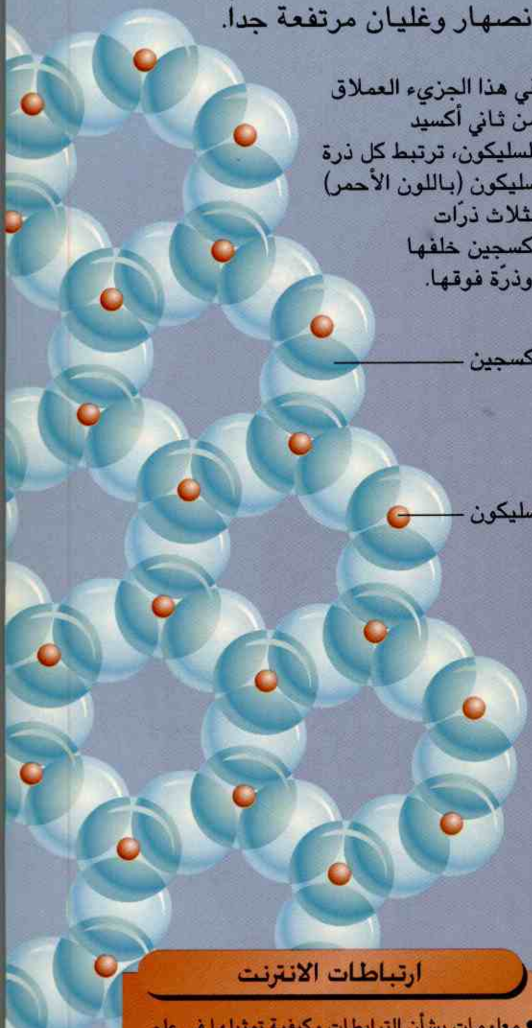
فالماء، مثلاً، هو سائل في درجة حرارة الغرفة ويتبخّر بسهولة. والسبب في ذلك أن التجاذب بين جزيئات الماء لا يكون قوياً جداً.

تضعف الحرارة التجاذب بين جزيئات الماء في الثلج، ما يؤدي إلى ذوبان الثلج.

كما أن العديد من المواد التشاركية، كالزيت،

الجزيئات العملاقة

تؤلّف بعض العناصر التشاركية، مثل الكربون، والعديد من المركبات التشاركية، جزيئات عملاقة. وتكون كل ذرّة مترابطة على نحو تشاركي بالذرة التالية، ما يشكل جزيئاً تشاركياً واحداً عملاقاً يكون قوياً جداً. وتمتاز هذه المواد بنقاط انصهار وغليان مرتفعة جداً.



في هذا الجزيء العملاق من ثاني أكسيد السليكون، ترتبط كل ذرة سليكون (باللون الأحمر) بثلاث ذرّات أكسجين خلفها وذرّة فوقها.

ارتباطات الانترنت

- معلومات بشأن الترابطات وكيفية تمثيلها في علم الكيمياء.
  library.thinkquest.org/10429/high/bonding/bonding.htm
- دراسة مفصلة عن مختلف أنواع الترابط.
  web.jjay.cuny.edu/~acarpi/NSC/5-bonds.htm
- مقال مفصل يشرح الترابط في مختلف أشكاله.
  www.infoplease.com/ce6/sci/A0811630.html
- موقع متطور يشرح معنى التكافؤ، ويعطي تفاصيل حول تاريخ البحث في الموضوع.
  www.britannica.com/bcom/eb/article/5/0,5716,76635+7468,00.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

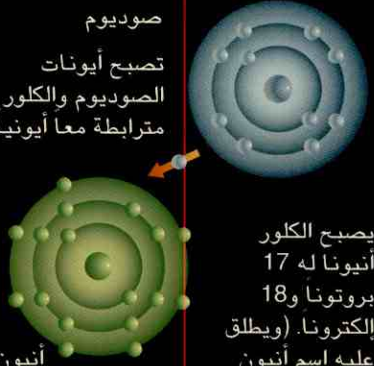
الترابط الأيوني

تتحول الذرّة التي اكتسبت إلكترونات أو فقدتها إلى **أيون**. وتملك الأيونات شحنات كهربائية لأنها لا تملك العدد نفسه من البروتونات* المشحونة إيجابياً والإلكترونات المشحونة سلبياً.

تتحول الذرة التي فقدت إلكترونات إلى **كاتيون**، أو أيون موجب. وهي ذات شحنة موجبة. أما الذرة التي اكتسبت إلكترونات فتتحول إلى أنيون. ويملك الأنيون شحنة سالبة لأنه يحتوي على إلكترونات أكثر من البروتونات.

تنشأ **الترابطات الأيونية** من الأيونات التي تتحد لكي تتشارك بالإلكترونات وتصبح بالتالي مستقرّة كهربائياً. والواقع أن المركبات المؤلفة من فلز ولا فلزّ تترابط بهذه الطريقة. وتصبح إلكترونات الغلاف الخارجي لأيونات الفلز جزءاً من الغلاف الخارجي للأيونات غير الفلزية. ويكون هذا المركب **مركباً أيونياً**.

هنا، إلكترون من ذرة الصوديوم تتشاركه ذرَة كلور. هكذا، يصبح الصوديوم كاتيوناً له 11 بروتوناً و10 إلكترونات فقط.

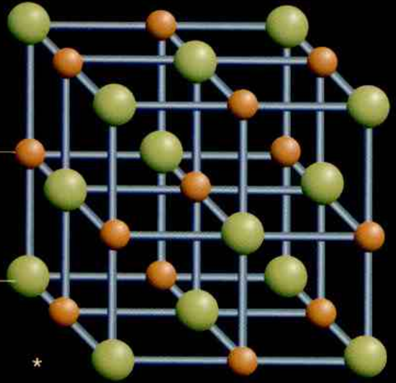


يُكتب نوع الشحنة وقوّتها بعد اسم الأيون. فعلى سبيل المثال، يبين Na^+ أن الصوديوم فقد إلكتروناً واحداً، فيما يبين Cl^- أن الكلور قد اكتسب إلكتروناً واحداً. أما O^{2-} فيبين أن الأكسجين اكتسب إلكترونين.

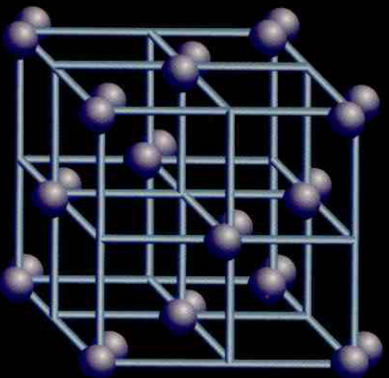
الشبكات

تتجاذب الأيونات ذات الشحنات المضادة لبعضها البعض. يولد ذلك الترابط الأيوني الذي يجمعها معاً. والواقع أن المركبات الأيونية لا تتألف من جزيئات منفصلة. وبدلاً من ذلك، تجتمع الأيونات في ترتيب منتظم اسمه **الشبكة الأيونية**. تكون الروابط في الشبكة قوية، ولا بد من وجود حرارة كبيرة لتفكيكها، ما يعني أن المركبات الأيونية لها نقاط انصهار وغليان مرتفعة.

الشبكات الجزيئية هي نوع مختلف من الشبكة. فهي تتألف من جزيئات تتحد معاً بقوى ضعيفة، وتميل إلى التفكك أثناء تسخينها. والواقع أن البلورات ذات نقاط الانصهار والغليان المنخفضة تملك جزيئات مكوّنة بهذه الطريقة.



شبكة أيونية من كلوريد الصوديوم (ملح الطعام)

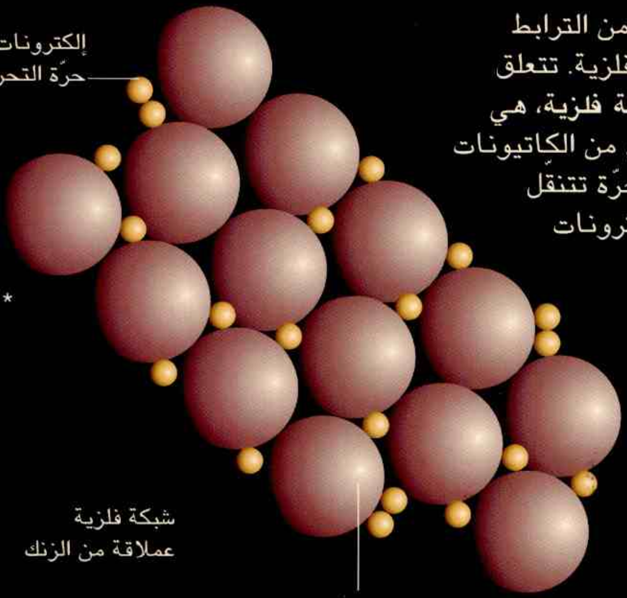


شبكة جزيئية من اليود الصلب. تنفصل الجزيئات عن بعضها بسهولة.

الترابط الفِلزّي

الترابط الفلزي هو نوع من الترابط الموجود في العناصر الفلزية. تتعلق الذرّات معاً لتكوين **شبكة فلزية**، هي عبارة عن ترتيب منتظم من الكاتيونات الفلزية مع إلكترونات حرّة تتنقل فيما بينها. تسمح الإلكترونات الحرّة للذرات بالتعلق ببعضها البعض.

تكون القوى الموجودة بين الإلكترونات والكاتيونات قوية. ولذلك فإن لمعظم الفلزات نقاط انصهار وغليان مرتفعة، وتستطيع الفلزات توصيل الحرارة والكهرباء نظراً لإمكانية تحرّك الإلكترونات. (انظر التوصيل، الصفحة 113، التيار الكهربائي، الصفحة 230).

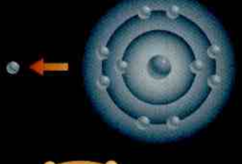


شبكة فلزية عملاقة من الزنك

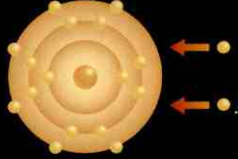
* بروتونات، 10.

التكافؤ

يطلق على عدد الإلكترونات التي تحتاج الذرة لكسبها أو فقدها لتكوين غلاف خارجي مستقر من الإلكترونات اسم **التكافؤ**، أو **قوة الاتحاد**.

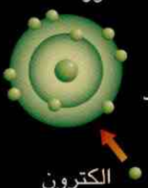


تحتاج ذرّة الصوديوم إلى فقد إلكترون واحد. لذا فإن تكافؤها هو 1.



تحتاج ذرّة الكبريت إلى كسب إلكترونين. لذا فإن تكافؤها هو 2.

أما الذرّة ذات الغلاف الخارجي المستقر من الإلكترونات فلها تكافؤ قدره 0. وإذا احتاجت الذرة إلى كسب إلكترون واحد فقط أو إلى فقده، يكون تكافؤها 1. أما التكافؤ 2 أو 3 أو 4 فيشير إلى امتلاك الذرّات لإلكترونين أو ثلاثة أو أربعة أكثر أو أقل من التركيبة المستقرة.



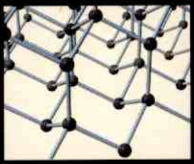
يملك الفلور سبعة إلكترونات في غلافه الخارجي. وهو بحاجة إلى كسب إلكترون واحد للحصول على غلاف مكتمل، ما يعني أن تكافؤه هو1.

يملك الفسفور خمسة إلكترونات في غلافه الخارجي ويحتاج إلى كسب ثلاثة إلكترونات للحصول على غلاف مكتمل، ما يعني أن تكافؤه هو 3.

يكون تكافؤ الذرّة موازياً تماماً لمقدار شحنتها. فعلى سبيل المثال، يملك أيون الأكسيد (O^{2-}) شحنة سالبة قدرها 2 فيما تكافؤه 2 أيضاً. إلا أن بعض العناصر يكون قادراً على تكوين أيونات مختلفة ويستطيع بالتالي الاستيعاب أكثر من التكافؤ. فالحديد مثلاً يشكل الأيونين Fe^{2+} وFe^{3+} . وتشير الأرقام الرومانية الموجودة بعد الاسم، مثل حديد (II) وحديد (III)، إلى التكافؤ.

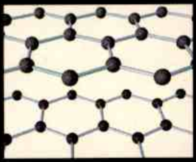
المُتغايرات (الأشكال التآصلية)

يمكن أن تتواجد بعض العناصر في عدّة أشكال طبيعية نظراً لإمكانية ترابط ذرّاتها معاً بطرق مختلفة. ويطلق على هذه الأشكال المختلفة اسم **الأشكال التآصلية (المتغايرات)**. والواقع أن الماس والغرافيت هما شكلان تآصليان لعنصر الكربون.



جزيء ماس

في **الماس**، ترتبط كل ذرّة كربون بأربع ذرّات كربون أخرى، وتكون الذرّات مرصوصة معاً بإحكام. لهذا السبب، يعتبر الماس صلباً جداً.



جزيء غرافيت

في **الغرافيت**، ترتبط كل ذرّة كربون بثلاث ذرّات كربون أخرى فقط. تؤلف الذرّات طبقات، وتكون القوى بين الطبقات ضعيفة جداً، ما يجعل الغرافيت ميّالاً إلى التقشر.

ويملك الكربون شكلاً تآصلياً ثالثاً، اسمه **بكمنسترفولرين**، حيث ترتبط 60 ذرّة كربون معاً لتكوين كرة مجوّفة. وهناك العديد من العناصر الأخرى، مثل الفسفور والقصدير والكبريت، لها أشكال تآصلية (متغايرات).

نموذج من جزيء بكمنسترفولرين. يكون هذا الجزيء مجوّفاً عادة، لكن واحداً في المليون، مثل هذا الجزيء، يستطيع احتجاز ذرة هليوم أثناء تكوّنه.

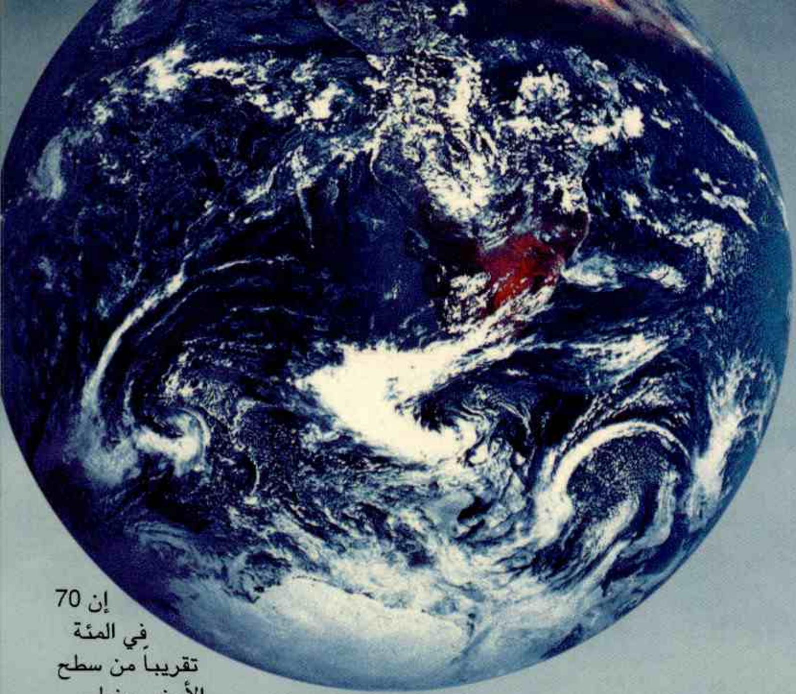
ارتباطات الانترنت

- اقرأ المزيد عن الأيونات والترابط في موقع *www.chem4kids.com/atoms/ions.html*
- تعلّم كيفية تسمية المركبات الأيونية. *library.thinkquest.org/3310/higraphics/textbook/u01s04.html*
- اعرف كيف يبحث العلماء في استعمال الأيونات لدفع السفن الفضائية. *whyfiles.org/shorties/ion_thruster.html*
- اعرف المزيد عن الأيونات والمركّبات الأيونية. *www.purchon.com/chemestry/ions.htm*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

الماء

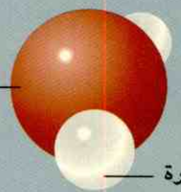
الماء هو أحد المركَّبات الأكثر شيوعاً في الأرض. وبالإضافة إلى الماء الموجود في الأنهار والبحار، تحتوي كل الكائنات الحية على الماء ولا تستطيع العيش من دونه. والدم والنسغ النباتي يتألفان في الدرجة الأولى من الماء. والماء هو مذيب جيد جداً – إذ تذوب فيه المواد الأخرى بسهولة.



إن 70 في المئة تقريباً من سطح الأرض مغطى بالماء.

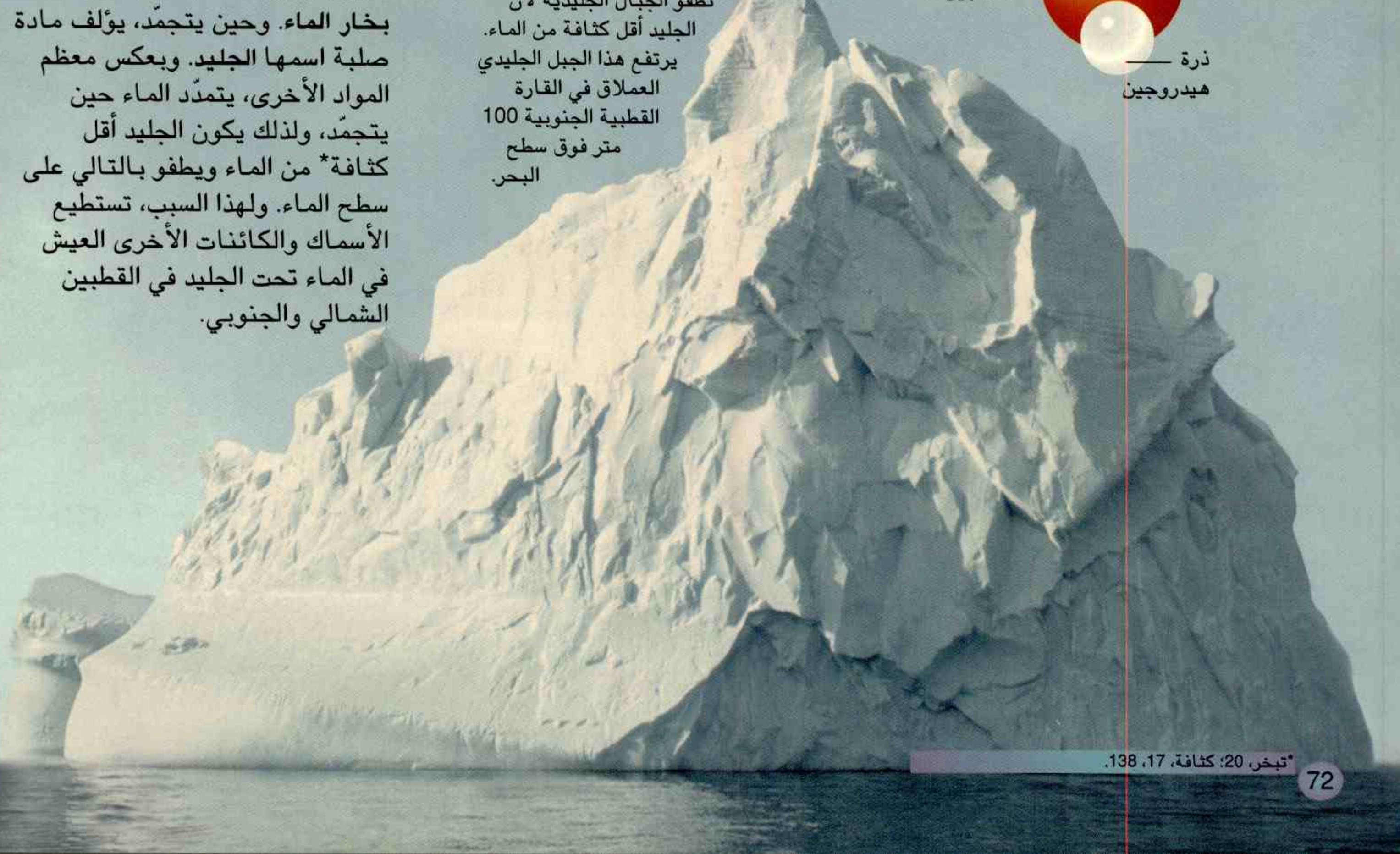
ما هو الماء؟

الماء مركّب. يحتوي كل جزيء ماء على ذرّتين من الهيدروجين مترابطتين مع ذرة أكسجين. والصيغة الكيميائية للماء هي H_2O، فيما اسمه الكيميائي **أكسيد الهيدروجين**. يتكوّن الماء حين يحترق الهيدروجين في الهواء.



يغلي الماء النقي، أي الماء الذي لا يحتوي على أية مواد مذابة، عند 100°م ويتجمّد عند 0°م. وإذا كان الماء يحتوي على أية مواد مذابة، فإن نقطة الغليان ترتفع ونقطة التجمد تنخفض. يمكن استعمال هذه الحقيقة لاختبار ما إذا كان السائل ماء نقياً.

إذا كان الماء في هذا الكوب نقياً، فسوف يغلي عند 100°م.



الجليد هو الشكل الصلب للماء. تطفو الجبال الجليدية لأن الجليد أقل كثافة من الماء. يرتفع هذا الجبل الجليدي العملاق في القارة القطبية الجنوبية 100 متر فوق سطح البحر.

حين يتبخّر* الماء، يشكّل غازاً اسمه **بخار الماء**. وحين يتجمّد، يؤلف مادة صلبة اسمها **الجليد**. وبعكس معظم المواد الأخرى، يتمدّد الماء حين يتجمّد، ولذلك يكون الجليد أقل كثافة* من الماء ويطفو بالتالي على سطح الماء. ولهذا السبب، تستطيع الأسماك والكائنات الأخرى العيش في الماء تحت الجليد في القطبين الشمالي والجنوبي.

*تبخر، 20؛ كثافة، 17، 138.

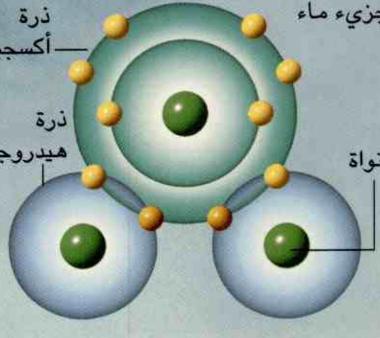
الماء كمذيب

الماء مذيب ممتاز، أي أن العديد من المواد تذوب في الماء بسهولة لتكوين محلول*. ولهذا السبب، نادراً ما نجد الماء في حالة نقية.

العديد من المواد، مثل هذه الدهانات، تذوب بسهولة في الماء.

تمتاز جزيئات الماء بشحنة كهربائية خفيفة لأن ذرّات الهيدروجين فيها تتجمّع على جهة واحدة. لهذا السبب، تذوب المركبات الأيونية* بسهولة في الماء. فأيوناتها* تمتلك شحنة كهربائية وتجذب الشحنات في جزيئات الماء.

تمنح الإلكترونات (باللون الأصفر) هذه الجهة من الجزيء شحنة سلبية خفيفة.



تمنح البروتونات في نواة الهيدروجين هذه الجهة شحنة إيجابية خفيفة.

غير أن المذيب، مثل الماء، يقبل فقط مقداراً معيناً من المادة الذائبة فيها. وفي حال عدم ذوبان المزيد، يكون المحلول **مشبعاً**. وعادة يزداد مقدار المادة الصلبة التي تذوب عند تسخين السائل.

يسهل تذويب السكر في الشراب الساخن أكثر منه في الشراب البارد.

المشروبات الغازية

يحدث الفوران في المشروبات الغازية عند تذويب غاز ثاني أكسيد الكربون في الماء بتأثير الضغط. يقلّ مقدار الغاز الممكن تذويبه في المحلول عندما ينخفض ضغط المحلول. ولذلك يفور ثاني أكسيد الكربون عندما نفتح قنينة مشروبات غازية ونحرّر (نخفض) ضغطها.

الماء العسر

يحتوي الماء العسر على معادن مذابة من الصخور التي يجري فوقها. لا يرغو الصابون جيداً في الماء العسر لأن المعادن تتفاعل مع الصابون لتكوين الزبد. وهناك نوعان من الماء العسر بحسب المعادن الموجودة فيه.

ينجم الماء العسر المؤقت عن تفاعل كيميائي بين الحجر الجيري ومياه المطر. يتألف الحجر الجيري من كربونات الكلسيوم، غير القابلة للذوبان، فيما يعتبر ماء المطر محلولاً ضعيفاً للحمض الكربوني. يتفاعل الحمض مع كربونات الكلسيوم لتكوين كربونات الكلسيوم المهدرَجة التي تذوب في الماء، ما يجعله عسراً.

صورة داخلية للغلاية

حين يغلي الماء العسر المؤقت في الغلاية، تترسب بعض المعادن ويمكن مشاهدتها بمثابة راسب طبشوري.

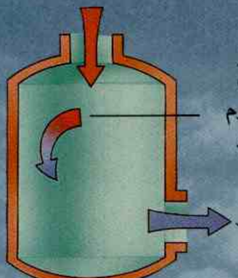
يحتوي الماء العسر الدائم على مركبات الكلسيوم والمغنيزيوم مصدرها بعض الصخور كالجص. لا يمكن إزالة هذه المركبات من خلال الغلي.

يحتوي الماء على أكسجين ذائب. ولذلك، تستطيع النباتات والحيوانات العيش فيه.

تيسير الماء

يمكن إزالة المعادن التي تجعل الماء عسراً من خلال إضافة صودا الغسيل، أو بواسطة التبادل الأيوني.

خزّان التبادل الأيوني



في **خزّان التبادل الأيوني**، يتم تمرير الماء العسر الذي يحتوي على مركبات الكلسيوم والمغنيزيوم عبر مادة مثل الزيوليت (سيليكات الصوديوم والألمنيوم). هكذا تستبدل أيونات الكلسيوم والمغنيزيوم بأيونات الصوديوم التي لا تجعل الماء عسراً.

صودا الغسيل هو كربونات الصوديوم. عند إضافته إلى الماء العسر، يتفاعل مع مركّبات الكلسيوم والمغنيزيوم ويحوّلها إلى مركبات غير قابلة للذوبان لا تولد زبداً.

ارتباطات الانترنت

- انقر على "Home demos"، واختر "Hole-y Water" واعرف ماذا يوجد في كوب الماء.
  nyelabs.kcts.org/openNyeLabs.html
- اعرف سبب تمدد المياه المتجمّدة.
  library.thinkquest.org/2690/exper/exp6.htm
- كل شيء عن كيمياء الماء.
  www.biology.arizona.edu/biochemistry/tutorials/chemistry/page3.html
- الكثير من المعلومات عن الماء وكيفية تدويره ومعالجته.
  www.dcs.ex.ac.uk/water/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*أيونات، مركّبات أيونية، 70؛ محلول، 58.

الدورة المائية

يعاد تدوير مجمل ماء الأرض باستمرار بين الأرض والغلاف الجوّي والكائنات الحية. وهذا ما يعرف **بالدورة المائية**.

فالماء الموجود في الأنهار والبحيرات والبحار يتبخّر* على الدوام ويتحوّل إلى قطرات بالغة الصِغر من بخار الماء في الهواء. تؤلِف هذه القطرات غيوماً وتهطل مجدداً في شكل مطر أو بَرَد أو ثلج.

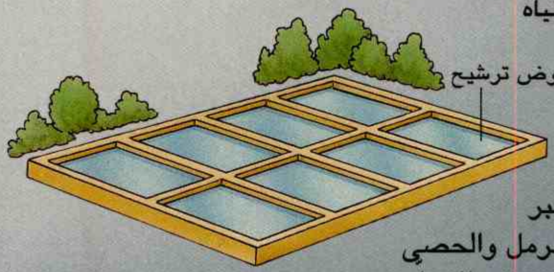
الدورة المائية

*

تنظيف الماء

يحتوي الماء الذي يتدفّق فوق اليابسة وعبر الصخور على شوائب. يمكن إزالة هذه الشوائب في **محطات تكرير المياه**. وبالفعل، يحفظ الماء في خزّانات للسماح للمادة الصلبة بالترسّب. وفي محطة تكرير المياه، يتم ترشيح الماء للتخلص من جسيماتِ الوحل والمواد الصلبة الأصغر حجماً.

محطة تكرير المياه

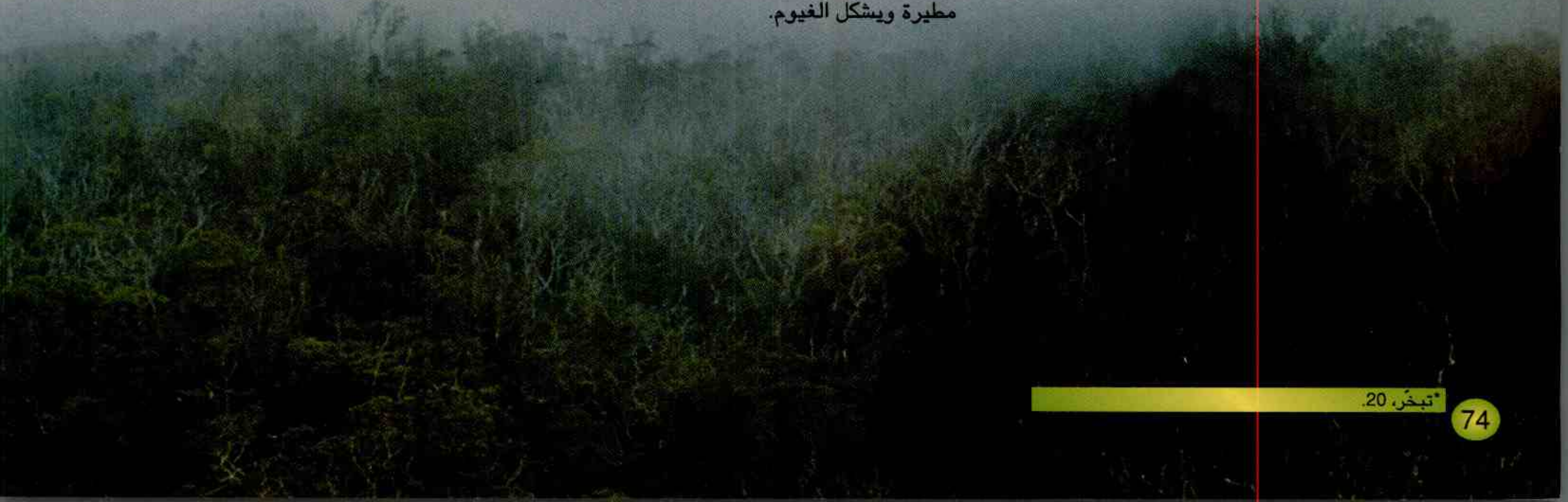


يجري الماء عبر أحواض من الرمل والحصى النظيف، أو الكربون، للتخلص من جسيمات الوحل والمواد الصلبة الأخرى. وبعد الترشيح، تتم معالجة الماء بالكلور لقتل الجراثيم المؤذية ثم يضخّ إلى صهاريج التخزين وينقل إلى المنازل والمصانع.

معالجة مياه الصرف الصحّي

يجب تنظيف **مياه الصرف الصحي** قبل ضخّها في البحر. وفي **محطة مياه الصرف**، يتم ترشيح الماء للتخلص من الفضلات، ثم يترك في **خزّانات الترسيب** حتى تترسب الجسيمات الصلبة. تفكك الجراثيم كل المواد العضوية الباقية وتحللها إلى مواد غير مؤذية.

تستطيع أن تشاهد هنا جزءاً من الدورة المائية قيد العمل. يرتفع بخار الماء من غابة مطيرة ويشكل الغيوم.

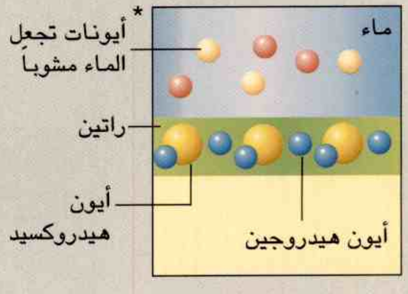


*تبخّر، 20.

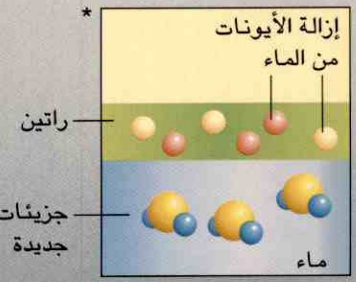
تنقية الماء

الماء مذيب* جيد، ولذلك فهو يحتوي عادة على مواد مذابة. يمكن الحصول على الماء النقي من خلال التقطير*، لكن هناك طريقة أكثر فاعلية هي إزالة التأيّن. فالأيونات هي ذرّات أو جزيئات فقدت أو كسبت إلكتروناً ولها بالتالي شحنة كهربائية موجبة أو سالبة (انظر أيضاً صفحة 70).

إزالة التأين



تتعلّق أيونات الهيدروجين(H^+) وأيونات الهيدروكسيد(OH^-) براتين التبادل الأيوني. يحتوي الماء على أيونات مختلفة تجعله غير نقي. هكذا، يتم تمرير الماء عبر راتين التبادل الأيوني.



فيما يجري الماء عبر الراتين، تنجذب الأيونات في الماء إلى الراتين أكثر مما تنجذب للماء. تنزاح الأيونات من الراتنج وتعبر الماء وتتحد لتكوين جزيئات إضافية من الماء(H_2O).

تلوّث الماء

يمكن لفضلات المصنع غير المعالجة أن تؤذي البيئة.

ينجم تلوّث الماء عن المياه غير المعالجة الصادرة عن المنازل والمصانع والتي تصرف في الأنهار ومن ثم في البحر.

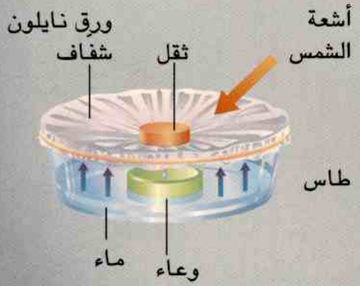
حين يحتوي الماء على الكثير من الأوساخ، تصبح الجراثيم التي تفكك مادة الفضلات العضوية كثيرة جداً وتستنفد بالتالي معظم الأكسجين. هكذا، يفتقد الماء للحياة، باستثناء جراثيم مؤذية تستطيع العيش في الماء من دون أكسجين.
قد يُستنفد الأكسجين في الماء أيضاً نتيجة النمو النباتي المفرط الناجم عن صرف السماد من المزارع ومواد التنظيف المحتوية على الفسفات في الأنهار. فالأكسجين في الماء يستنفد نتيجة النباتات والجراثيم التي تقتات على النباتات بعد موتها.

التلوّث السامّ

ينجم التلوث أيضاً عن المبيدات الحشرية وعن الموادّ السامّة مثل الرصاص والزئبق. تتراكم المواد السامّة في أجسام السمك، وقد تنتقل إلى حيوانات أخرى وإلى البشر. أما المبيدات الحشرية فتقتل الكائنات البالغة الصغر والحيوانات الكبيرة وتسبب خللاً في التوازن بين الكائنات الحية.

تحقّق بنفسك

يمكنك إعداد دورة مائية مصغّرة من خلال تكرار الترتيبة أدناه. اترك الوعاء في نافذة مشمسة، مع بعض الماء داخله. تؤدي الحرارة إلى تبخّر الماء، الذي يرتفع ثم يتكثف على ورقة النايلون ليعود ويتساقط في الوعاء.



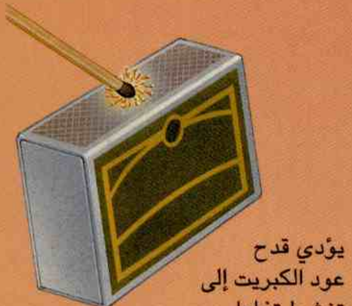
ارتباطات الانترنت

- موقع مسهب عن علم الماء. ga.water.usgs.gov/edu/
- تعلم عن تلوث الماء ونظّف بقعة زيت افتراضية. www.muohio.edu/dragonfly/water/index.htmlx
- دورة الماء مع بعض التجارب البسيطة. www.fortunecity.com/greenfield/bp/123/water.htm
- تعلّم أموراً خاصة بالمراحل المختلفة لعملية معالجة المياه. www.epa.gov/kids/watertreatment.htm
- الكثير عن علم الماء وحفظ الماء. www.fi.edu/city/water/water.html
- تلوث الماء ومعالجة الماء. www.geocites.com/RainForest/5161/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*تقطير، 61؛ مذيب، 58.

التفاعلات الكيميائية



يؤدي قدح عود الكبريت إلى تنشيط تفاعل كيميائي يحدث عند احتراق العود.

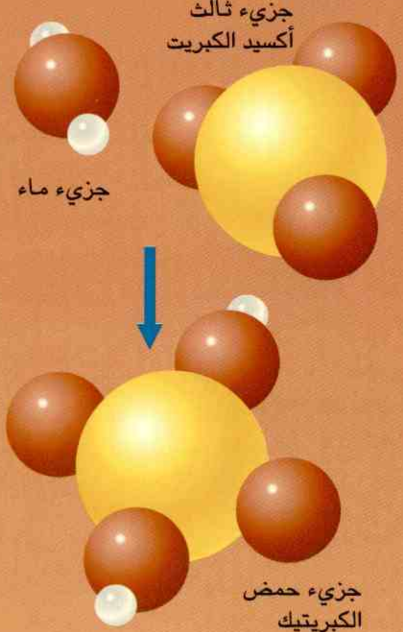
تحدث التفاعلات الكيميائية من حولنا طوال الوقت– في جهازنا الهضمي حين نأكل، أو في الكاتو أثناء خبزه، أو في محرّك السيارة أثناء قيادتها. وأثناء التفاعل الكيميائي، يعاد تنظيم الذرّات في المواد، واسمها **المتفاعِلات**، لتكوين مواد جديدة اسمها **المنتَجات**.

ماذا يحدث في التفاعل

أثناء التفاعل الكيميائي، تتفكّك الراوبط بين ذرّات المواد. وتعيد الذرات تنظيم نفسها وتؤلف روابط جديدة مع شركاء جدد. تظهر الرسوم البيانية إلى اليسار ما يحدث تماماً حين يتفاعل الماء مع ثالث أكسيد الكبريت لتكوين حمض الكبريتيك.

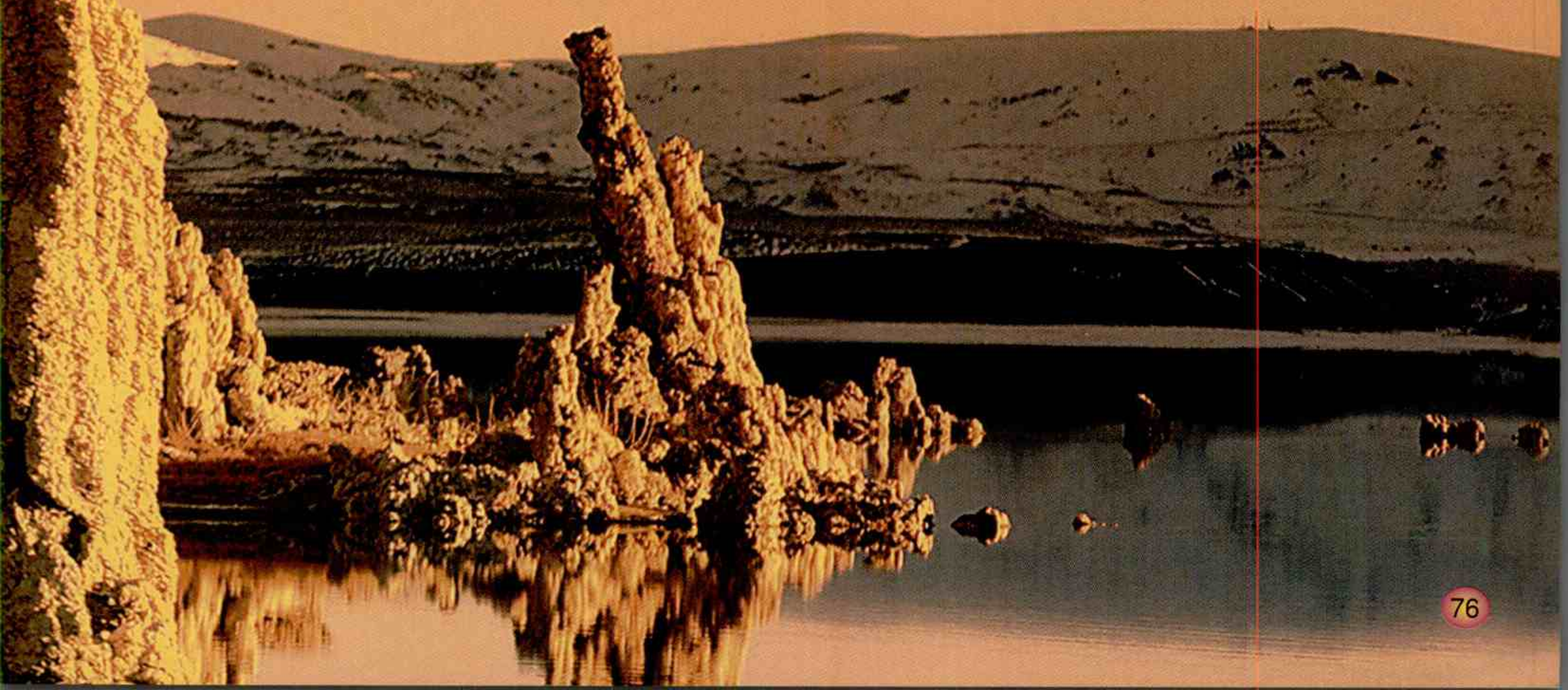
أثناء التفاعل الكيميائي، يتم امتصاص الطاقة أو إطلاقها على الدوام. ان تفكّك الترابطات يستلزم الطاقة فيما يؤدي إنشاء روابط جديدة إلى إطلاق الطاقة. وهي عادة طاقة حرارية، رغم أن بعض التفاعلات تصدر الضوء أو تمتصه. يطلق على التفاعل الذي يولّد الحرارة اسم **التفاعل المصدر للحرارة**. وفي حال امتصاص الحرارة، يكون التفاعل **ماصاً للحرارة**. لمعرفة المزيد عن ذلك، انظر الصفحة 78.

تحتاج معظم التفاعلات الكيميائية أيضاً إلى مقدار معين من الطاقة، عادة بشكل حرارة، لبدء التفاعل. وهذا ما يجعل الجزيئات في المواد تتحرك هنا وهناك بحيث ترتطم وتتمكن من التفاعل معاً. يطلق على المقدار الأدنى اللازم من الطاقة لاستهلال التفاعل اسم **طاقة التنشيط**.



يتألف كل جزيء ماء (H_2O) من ذرّتي هيدروجين وذرّة أكسجين. ويتألف ثالث أكسيد الكبريت (SO_3) من ثلاث ذرّات أكسجين مرتبطة بذرّة كبريت واحدة.

تنفصل الذرّات في المواد وتتحد بعضها مع بعض لتكوين جزيء حمض الكبريتيك (H_2SO_4).

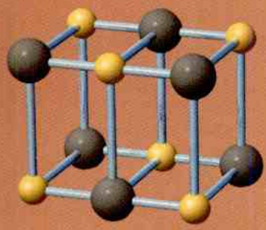


يطلق على هذه الأشكال الغريبة في مونو لايك في كاليفورنيا، الولايات المتحدة، اسم أبراج التوفة. وهي تتكوّن أثناء حدوث تفاعل كيميائي بين الكربونات في ماء البحيرة والكلسيوم من مياه النبع (المتفاعلات). أما المنتج فهو كربونات الكلسيوم أو الحجر الجيري.

قانون حفظ الكتلة

المادة لا تنشأ أو تدمّر أثناء تفاعل كيميائي. إنه **قانون حفظ الكتلة**. (والكتلة هي مقدار المادة الموجودة في جسم.)

أثناء التفاعل بين الحديد والكبريت، تعيد ذرّات المادتين تنظيم نفسها.



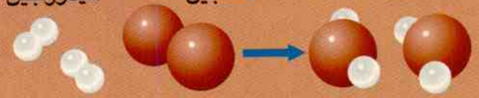
كبريتيد الحديد

بعد انتهاء التفاعل، يبقى عدد الذرّات هو نفسه، ويبقى بالتالي المقدار نفسه من المادة.

المعادلات الكيميائية

يمكن كتابة التفاعلات الكيميائية بمثابة **معادلات** بواسطة الصيغ الكيميائية للمواد. وفي المعادلة، تتم كتابة المتفاعلات إلى اليسار والمنتجات إلى اليمين. ويجري فصلها بواسطة سهم. وبسبب قانون حفظ الكتلة، يكون طرفا المعادلة متوازنين: أي أن المتفاعلات والمنتجات تحتوي على العدد نفسه من الذرات.

تظهر هذه المعادلة كيفية تفاعل الهيدروجين والأكسجين لتشكيل الماء. يملك طرفا المعادلة العدد نفسه من الذرات.



$2H_2$ (غاز) + O_2 (غاز) $\longrightarrow$ $2H_2O$ (سائل)

عدد الجزيئات

عدد الذرات في الجزيء

قد تظهر المعادلات أيضاً الحالات الطبيعية للمواد الداخلة في التفاعل (غاز أو سائل أو صلب أو مائي للمادة المائية أي المذابة في الماء). وفي حال استعمال حفاز*، يتم إظهاره فوق السهم.

المولات أو الجزيئات الغرامية

يقيس علماء الكيمياء المواد الكيميائية بالجزيئات الغرامية، أو **المولات**. يوازي المول الواحد 602300 بليون، بليون جزيء أو ذرّة. ويمكن كتابة ذلك بشكل 6.023×10^{23} ويعرف باسم عدد **أفوغادرو**. وهو عدد الذرات الموجودة في كتلة وزنها 12 غراماً من الكربون-12. وللمول الخاص بعنصر آخر كتلة مختلفة، ولكن له العدد نفسه من الجسيمات. فمول المغنيزيوم له كتلة مقدارها 24 غراماً لأن ذرّات المغنيزيوم تزن ضعف ذرّات الكربون.

لمول المغنيزيوم كتلة مقدارها 24غراماً.

لمول الكربون كتلة مقدارها 12غراماً.

تحقّق بنفسك

لإنتاج تفاعل مطلق للحرارة، امزج الجصّ مع الماء. سوف تلاحظ أن المزيج أصبح فاتراً.

والسبب في ذلك أن الجص ينتج عن تسخين الجبس (سلفات الكلسيوم المميّه*) إلى أن يفقد بعض مائه ويتحول إلى مسحوق. وعند إضافة الماء، فإنه يرتبط مجدداً مع الجصّ لإنتاج جبس صلب وحرارة.

ارتباطات الانترنت

- اختر "Home demos" ومن ثم "Flip Your Lid" لمعرفة كيفية إنتاج تفاعل متفجر. *nyelabs.kcts.org/openNyeLabs.html*
- إلعب لعبة عن موازنة المعادلات. *www.dun.org/sulan/chembalancer*
- معلومات أساسية عن التفاعلات الكيميائية. *www.cornwallis.kent.sch.uk/intranet/subjects/science/chemreact/index.html*
- اعرف المزيد عن المولات. *library.thinkquest.org/3310/nographics/textbook/u01s05.html*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*تميّه، 91؛ حفاز، 79.

أنواع التفاعل

تعطي كافة التفاعلات الكيميائية الطاقة أو تمتصّها. ففي **التفاعلات الماصّة للحرارة**، يتم امتصاص الطاقة بشكل حرارة. وعلى سبيل المثال، حين يتفاعل عصير الفاكهة المثلّج مع الرطوبة الموجودة في لسانك، يتم امتصاص الحرارة من لسانك، الأمر الذي يجعله بارداً.

أما التفاعلات التي تصدر طاقة حرارية فهي **تفاعلات مصدرة للحرارة**. (ويعتبر الاحتراق مثالاً على التفاعل المصدر للحرارة). والواقع أن جسمك يشعر بالسخونة بسبب حدوث تفاعلات مصدّرة للحرارة في داخلك على الدوام.

وهناك بعض التفاعلات التي تمتص الطاقة أو تطلقها في شكل ضوء بدل الحرارة. ويطلق عليها اسم **التفاعلات الكيميائية الضوئية**. فالنباتات تمتص الطاقة الضوئية من الشمس، ما يتيح لها صنع الطعام كجزء من عملية اسمها التركيب الضوئي*.

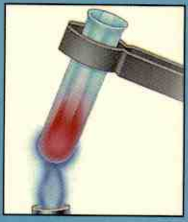
تمتص هذه النباتات الطاقة من ضوء الشمس وتعدّ طعامها في تفاعل كيميائي ضوئي.

أما **تفاعلات التركيب** (المعروفة أيضاً باسم **تفاعلات الاتحاد**) فتنطوي على تجميع المواد لصنع مادة جديدة مفردة. وعلى سبيل المثال، فعندما يُسخّن المغنيزيوم، يتّحد مع الأكسجين في الهواء لإنتاج رماد أبيض اسمه أكسيد المغنيزيوم.

من جهة أخرى، تحدث **تفاعلات التعادل** حين تتفاعل مادة معينة مع أخرى وتبطل كل منهما خواص الأخرى. وهذا ما يحدث عند خلط الحموض والقلويات. (انظر القواعد والقلويات في الصفحة 85).

أما التفاعلات التي تتفكك فيها مادة معينة إلى مواد أكثر بساطة فيطلق عليها اسم **تفاعلات التفكّك**. وحين يتعفن الطعام، يحدث العديد من هذه التفاعلات.

وحين تبرز الحاجة إلى الحرارة لتفكيك مركب، يطلق على التفاعل اسم **تفاعل التفكّك الحراري**. وعلى سبيل المثال، عند تسخين الحجر الجيري (كربونات الكلسيوم)، يتفكك لتكوين الجير الحيّ (أكسيد الكلسيوم) وثاني أكسيد الكربون.



يؤدي تسخين الحجر الجيري إلى تفككه إلى مواد مختلفة.

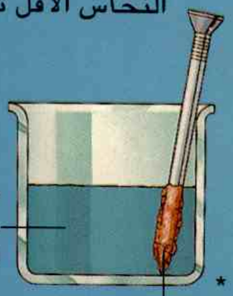
التفاعلات العكوسة هي التي تتفاعل فيها المنتجات معاً، شرط توافر الظروف الصحيحة، لتكوين المتفاعلات الأساسية مجدداً. يمكن كتابة هذا النوع من التفاعلات في شكل معادلة. وهناك رمز يشير إلى أن التفاعل عكوس.

$$2NO_2 \rightleftharpoons 2NO + O_2$$

ينشطر ثاني أكسيد النتروجين (NO_2) لإنتاج أول أكسيد النتروجين (NO) والأكسجين (O_2). وحين يبرد هذان الأخيران، يتحدان مجدداً لإنتاج ثاني أكسيد النتروجين.

يطلق على الجزء الأول من التفاعل اسم **التفاعل الأمامي**. ويطلق على الجزء الثاني اسم **التفاعل المرتدّ**.

تحدث **تفاعلات الإزاحة** حين تعمل مادة أكثر تفاعلية على إزاحة أخرى أقل تفاعلية. فعلى سبيل المثال، عندما نضع مسماراً حديداً في محلول سلفات النحاس (II)، «يسحب» الحديد النحاس خارج المحلول ويحلّ مكانه في المحلول. هكذا يجتمع النحاس حول المسمار. فالعنصر الأكثر تفاعلية (الحديد) أزاح النحاس الأقل تفاعلية.

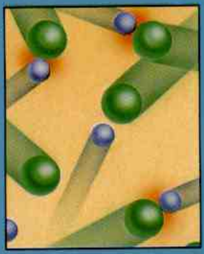


سرعات التفاعل

تحدث بعض التفاعلات الكيميائية، مثل الصدأ، ببطء شديد خلال فترة طويلة من الزمن. وثمة تفاعلات أخرى شبه فورية، مثل التفاعل الكيميائي الذي يحدث عند انفجار مسحوق البارود.

تتأثر سرعة التفاعل **بتفاعلية** المواد. فالعناصر الشديدة التفاعلية تتفاعل بسرعة أكبر من العناصر الأقل تفاعلية.

أثناء التفاعل الكيميائي، يجب على ذرّات المواد المختلفة أن تحتك ببعضها البعض لتكوين روابط جديدة. يحدث ذلك بسهولة أكبر في الغازات والسوائل، حيث تكون الجزيئات حرّة التحرك، وتميل بالتالي لأن تكون أكثر تفاعلية من المواد الصلبة.



إن تسخين المواد يزيد من سرعة التفاعل. فالحرارة تجعل المزيد من الجزيئات يتحرك بسرعة كافية للارتطام والتفاعل.

وحدها الجزيئات الموجودة على سطح المادة الصلبة قادرة على التفاعل مع مادة أخرى. لذلك، يزيد تفكك المادة الصلبة إلى جسيمات أصغر حجماً من مساحة السطح ويزيد بالتالي من سرعة التفاعل.

حين ترتطم مياه المطر بحجر جيري، يحدث تفاعل كيميائي. تذوّب مياه المطر الحجر الجيري ببطء لتكوين حمض الكربون. يؤدي ذلك إلى تآكل المزيد من الحجر الجيري.

الحفّازات

الحفّازات هي مواد بإمكانها تغيير سرعة تفاعل كيميائي، لكنها تبقى هي نفسها من دون تغيير. وهناك بعض الحفازات التي تسرّع التفاعلات، فيما تعمل حفازات أخرى، اسمها **المثبّطات**، على إبطائها.

تعمل الحفازات من خلال خفض طاقة تنشيط التفاعل*. وهي تسهّل حدوث التفاعل.

تستخدم الفلزات غالباً بمثابة حفّازات. فعلى سبيل المثال، تستخدم **المحولات الحفازة**، التي تزيل الغازات السامة من أدخنة عادم السيارة، الحفّازات الفلزية، كما هو مبيّن أدناه.

كيف يعمل المحوّل الحفّاز

تحقّق بنفسك

تلاحظ هنا كيفية استخدام التفاعل المصدر للحرارة للكشف عن شيء مكتوب بحبر غير منظور.

اغمس ريشة رفيعة في عصير الليمون واكتب رسالة على ورقة. اتركها حتى تجف وتصبح غير منظورة. للكشف عن الرسالة، ضع الورقة ووجهها إلى الأسفل على رفّ داخل الفرن واتركها لمدة 10 دقائق في حرارة 175°م.

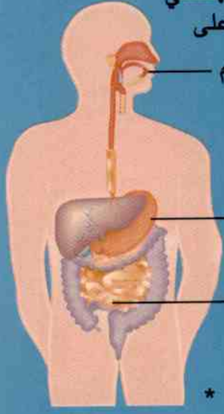
تسبّب حرارة الفرن احتراق عصير الليمون– وهذا تفاعل مصدر للحرارة يؤدي إلى اسمرار الكتابة. إلا أن الحرارة ليست كافية لحرق الورقة.

الأنزيمات

إن العديد من التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الكائنات الحية تصبح أكثر سرعة نتيجة حفّازات اسمها **الأنزيمات**.

والأنزيمات، كالعديد من **الحفّازات** الأخرى، ذات أداء نوعي، أي أن كلّ واحدة منها تسرّع فقط نوعاً واحداً من التفاعل. وهناك العديد من الأنزيمات المختلفة في الأجهزة الهضمية للحيوانات، بما في ذلك البشر، تساعد في تسريع التفاعلات الكيميائية التي تفكك الأطعمة المركّبة إلى مواد أكثر بساطة.

تظهر الصورة النواحي الثلاث الأساسية في الجهاز الهضمي حيث تعمل الأنزيمات على طعامك.



ارتباطات الانترنت

- جرّب هذا التفاعل المطلق للحرارة. www.spartechsoftware.com/reeko/Experiments/ExpSteelWoolGeneratingHeat.htm
- اعرف المزيد عن سرعات التفاعل. www.chem4kids.com/reactions/time.html
- اعرف المزيد عن الحفازات members.aol.com/ChangChem3/CALbasicRORcat.html
- اقرأ عن التفاعلات الكيميائية في الثوم. ericir.syr.edu/projects/Newton/12/Lessons/garlic.html
- كيف يعمل محرّك الاحتراق الداخلي باستخدام التفاعل الكيميائي. www.howstuffworks.com/engine1.htm
- جرّب هذا الاختبار لمشاهدة تأثير مساحة السطح في سرعة التفاعل. library,thinkquest.org/2690/exper/exp5.html
- اقرأ كل شيء عن التفاعلات الكيميائية التي تحدث أثناء صنع الخبز. www.pbs.org/ktca/newtons/12/berad.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*طاقة تنشيط التفاعل، 76.

الأكسدة والإرجاع

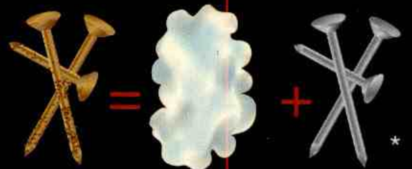
الأكسدة

والإرجاع هما مصطلحان يصفان نوعين من التفاعل الكيميائي. وما لم تحُل ظروف معينة دون ذلك، فإن هذين التفاعلين يحدثان معاً على الدوام، في ما يوصف **بتفاعلات الأكسدة –الإرجاع**. وحين تتأكسد مادة معينة في تفاعل الأكسدة – الإرجاع، تُختزل المادة الأخرى. فعلى سبيل المثال، عندما يحترق الخشب يتأكسد فيما يختزل الهواء المحيط به.

التأكسد (الأكسدة)

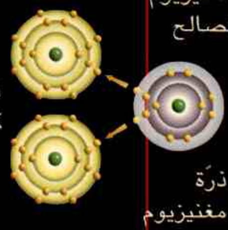
يصف مصطلح **التأكسد** التفاعلات التي تتحد فيها مادة معينة مع الأكسجين. يأتي هذا الأخير من مادة أخرى، اسمها **العامل المؤكسد** (الذي يرتجع). فعلى سبيلِ المثال، عندما يتعرض الحديد مثلاً للهواء الرطب، فإنه يتحد ببطء مع الأكسجين في الهواء ويكوّن أكسيد الحديد المميّه (الصدأ).

الصدأ (تآكّل الحديد) هو تفاعل أكسدة.



تصف الأكسدة أيضاً التفاعلات التي تفقد فيها مادة معينة الهيدروجين أو الإلكترونات لصالح مادة أخرى (العامل المؤكسِد). فعلى سبيل المثال، حين يتحد المغنيزيوم والكلور معاً لتكوين كلوريد المغنيزيوم، يفقد المغنيزيوم إلكترونين (راجع الترابط الأيوني، صفحة 70)، ويصبح مؤكسداً.

تفقد ذرّة المغنيزيوم إلكترونين لصالح ذرّتيَ الكلور، وتتأكسد.



التنفّس الداخلي

التنفس الداخلي هو العملية التي تتيح للحيوانات والنباتات تفكيك الغلوكوز لإطلاق الطِاقة، وهو تفاعلِ أكسدة. ويعتبر التنفّس الداخلي شكلاً بطيئاً للاحتراق (انظر أدناه). وهذه هي معادلة التنفس الداخلي:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

ماء+ ثاني أكسيد الكربون ← أكسجين + غلوكوز

الاحتراق

الاحتراق (الحرق) هو تفاعل أكسدة يطلق الطاقة بشكل حرارة. عندما تحترق مادة معينة، تتحد مع الأكسجين لتشكيل أكسيد. وعلى سبيل المثال، تحتوي معظم أنواع الوقود، كالخشب والغاز والبنزين، على الهيدروجين والكربون. تتأكسد هاتان المادتان لإنتاج الماء وثاني أكسيد الكربون أثناء احتراقهما.

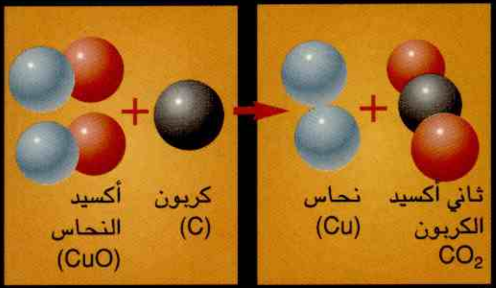
نحن نحرق الآن الكثير من الوقود للحصول على الطاقة بحيث يزداد مستوى ثاني أكسيد الكربون في الهواء. ويعتقد العلماء أن مقدار الاحتراق يسبّب ربما تغيرات في المناخ (انظر ظاهرة الدفيئة، صفحة 65).

تنجم الألوان في الألعاب النارية عن احتراق عناصر مختلفة. يحترق السترونسيوم لإطلاق الشرارات الحمراء، فيما يعطي النحاس شرارات زرقاء والمغنيزيوم اللون الأبيض البرّاق.

البنزين المحترق داخل محرك الدراجة النارية هو مثال على الاحتراق.

الإرجاع

أثناء الإرجاع، تفقد مادة معينة الأكسجين لصالح مادة أخرى (**العامل المرجع**، الذي يتأكسد) أو تكتسب الهيدروجين أو الإلكترونات منها. فعلى سبيل المثال، حين يتفاعل أكسيد النحاس مع الكربون، يفقد أكسيد النحاس الأكسجين لصالح الكربون، كما هو مبين أدناه.



* في هذا التفاعل، يُرجِع أكسيد النحاس إلى نحاس نقي بواسطة الكربون، ويتأكسد الكربون لتكوين ثاني أكسيد الكربون.

$$2CuO + C \rightarrow CO_2 + 2Cu$$

نحاس+ ثاني أكسيد الكربون ← الكربون + أكسيد النحاس

صهر الحديد

خام الحديد

تولّد عملية إنتاج الحديد، واسمها **الصَهْر**، الحديد النقي من الحديد الخام. وهو مثال على تفاعل مفيد للأكسدة– الإرجاع.

يُستخدم الكربون داخل فرن السفع لإرجاع الحديد الخام (أكسيد الحديد) والحصول على الحديد النقي. هكذا، يسحب الكربون الأكسجين من الخام (يُرجعه). ويتأكسد الكربون نفسه ليتحول إلى ثاني أكسيد الكربون.

تحقّق بنفسك

حين تترك قطعة تفاح جانباً لبضع دقائق، تبدأ بالتحوّل إلى اللون البني. والسبب في ذلك أن المواد الكيميائية في لبّ التفاحة تباشر تفاعل أكسدة، باستعمال الأكسجين من الهواء المحيط. لكن إذا غطيت التفاحة بورقة نايلون، فإنك تمنع الهواء من التفاعل مع التفاحة، ولا يتحوّل لونها إلى البني.

التركيب الضوئي

التركيب الضوئي هو العملية التي تعدّ خلالها النباتات طعامها، وهو تفاعل إرجاع. في التركيب الضوئي، تجمع النباتات الغلوكوز ($C_6H_{12}O_6$) من ثاني أكسيد الكربون والماء، باستخدام الطاقة من ضوء الشمس. والتركيب الضوئي هو عكس التنفس الداخلي (انظر الصفحة المقابلة). هذه هي معادلة التركيب الضوئي:

$$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

أكسجين+غلوكوز ← ماء+ثاني أكسيد الكربون

يغذّي التوليب نفسه بالغلوكوز الذي يصنعه خلال التركيب الضوئي.

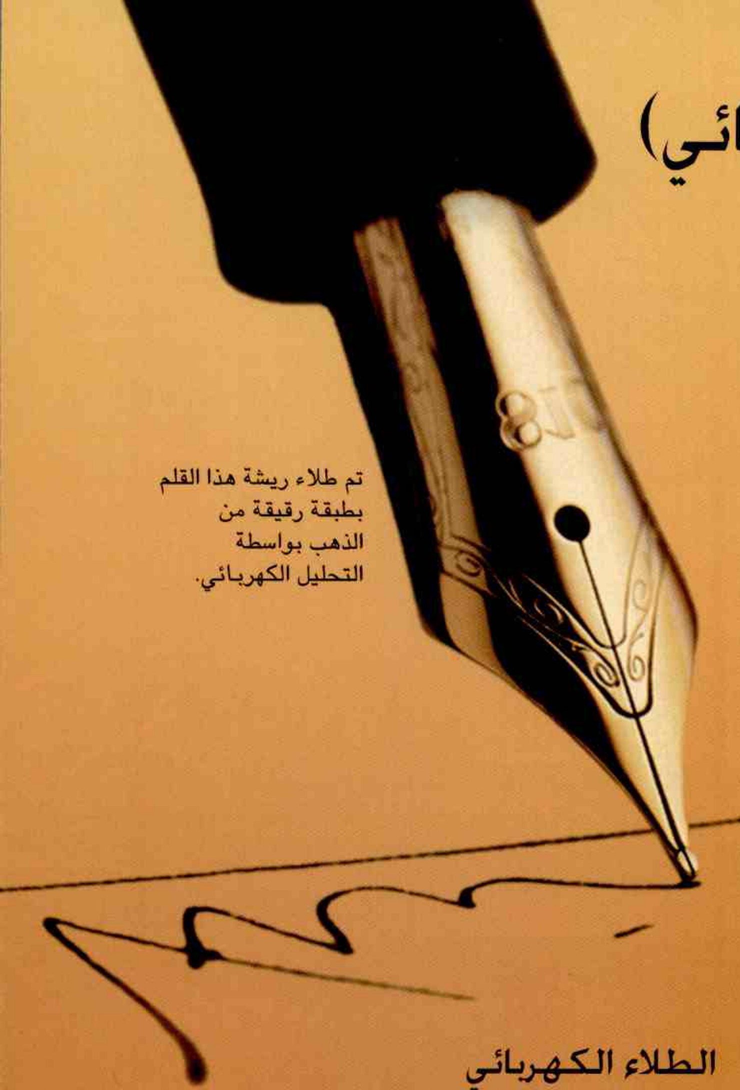
تنتج النباتات الأكسجين أثناء عملية التركيب الضوئي. وهي تستخدم بعضاً منه للتنفس الداخلي فيما يذهب الباقي في الهواء.

ارتباطات الانترنت

- تفسير مسهب ومفصّل للتأكسد والإرجاع. naio.kcc.hawaii.edu/chemistry/
- انقر على "korwy of a FireAnatom" ومن ثم على "Pyrotechnics:It's Elemental" لمعرفة كيميائية الألعاب النارية. www.pbs.org/wgbh/nova/kaboom/
- مبادىء تفاعل الأكسدة والإرجاع مع بعض القواعد السهلة لتذكر أرقام التأكسد. dbhs.wvusd.k12.ca.us/Redox/Meaning-of-Redox.html
- اقرأ عن مختلف أنواع مطافىء الحريق في بريطانيا (العنوان الأول) والولايات المتحدة (العنوان الثاني). www.fire.org.uk/x.htm www.hanford.gov/fire/safety/extingrs.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الكهرلة (التحليل الكهربائي)



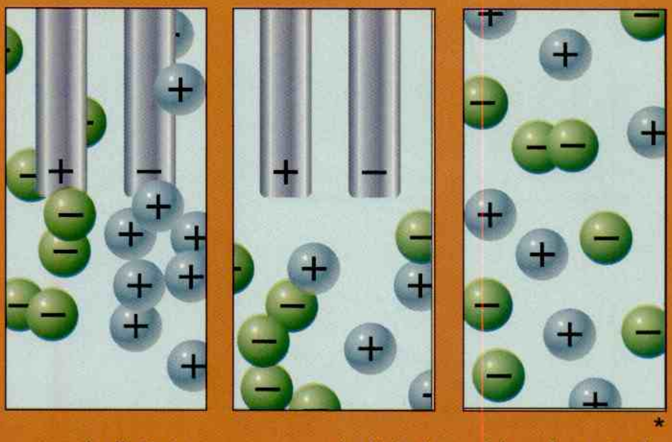
تم طلاء ريشة هذا القلم بطبقة رقيقة من الذهب بواسطة التحليل الكهربائي.

التحليل الكهربائي أو الكهرلة طريقة لفصل العناصر في مركبٍ بتمرير تيارٍ كهربائي عبر المركّب حين يكون مصهوراً أو ذائباً في محلول. تستخدم العملية في فصل المعادن الشديدة التفاعليّة عن خامها ولتنقية الفلزات. كما تستخدم أيضاً في تغليف الأشياء بطبقة رقيقة من الفلز خلال عملية يطلق عليها اسم الطلاء الكهربائي.

كيف تعمل الكهرلة

وحدها المركّبات الأيونية* تستطيع توصيل الكهرباء أثناء التحليل الكهربائي. والسبب في ذلك أن الجسيمات التي تؤلف مركباً أيونياً، واسمها الأيونات، تملك شحنة كهربائية. بعض هذه الجسيمات (واسمها أنيونات) مشحونة سلبياً، فيما يكون بعضها الآخر (واسمها كاتيونات) مشحونة إيجابياً.

أثناء التحليل الكهربائي، يطلق على المركب الأيوني اسم **الالكتروليت أو الكهرل**. ويتم نقل تيار كهربائي إليه بواسطة **الكترودين**. ينقل الالكترود الأول (**الأنود**) شحنة موجبة، فيما ينقل الآخر (**الكاتود**) شحنة سالبة.



* يمكن استعمال محلول كلوريد النحاس (II) بمثابة الكتروليت. فهو مؤلف من كاتيونات نحاسٍ مشحونة إيجابياً وأنيونات كلوريدٍ مشحونة سلبياً.

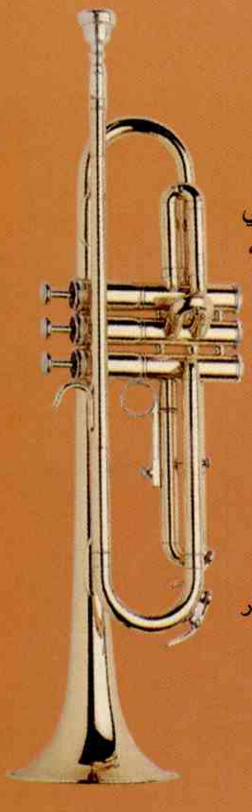
لنقل التيار الكهربائي، يوضع في المركب الكترودان، موصولان بمصدر كهربائي. لا يحدث شيء إلى حين تدفق التيار الكهربائي.

مع تدفق التيار الكهربائي، تتدفق الكاتيونات إلى الالكترود السلبي حيث تكسب إلكترونات. تتسارع الأنيونات نحو الالكترود السلبي وتفقد الإلكترونات.

الطلاء الكهربائي

يستخدم **الطلاء الكهربائي** عملية الكهرلة لتكسية الأشياء بطبقة رقيقة من الفلز. يستخدم الشيء المراد طلاؤه بمثابة كاتودٍ، ويصبح أثناء التحليل الكهربائي مغلفاً بمعدن من الالكتروليت.

وفي الصناعة، يستخدم الطلاء الكهربائي لحماية الفلزات الزهيدة، وإنما التفاعلية، بطبقة فلز أقل تفاعلية. فعلى سبيل المثال، يتم طلاء الفولاذ بالقصدير أو الكروم للحؤول دون صدئه.



جرى طلاء هذا البوق كهربائياً بالنحاس الأصفر لإعطائه لوناً ذهبياً غنياً.

جرى طلاء علب الطعام الفولاذية هذه بطبقة رقيقة جداً من القصدير للحؤول دون الصدأ.

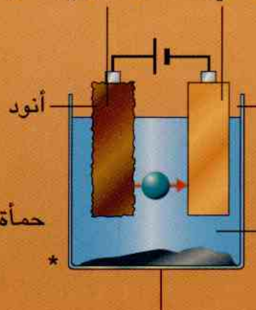
*مركّبات أيونيّة، 70.

التنقية الكهرلية

تعمل التنقية الكهرلية على تنقية الفلزات بواسطة التحليل الكهربائي. لتنقية النحاس، يستخدم النحاس الممزوج بالشوائب بمثابة أنود والنحاس النقي بمثابة كاتود. ويستخدم محلول من سلفات النحاس (II) بمثابة الكتروليت.

تنجذب أيونات النحاس في المحلول إلى الكاتود. ويتم استبدالها في المحلول بأيونات النحاس التي تنفصل عن الأنود، مخلّفة الشوائب وراءها.

التنقية الكهرلية للنحاس



يتحلل الأنود عند انشطار أيونات النحاس. تتساقط شوائبه مكوّنة الحمأة.

الأَنْوَدة (المعالجة الأنودية)

يمكن استعمال الكهرلة لتغليف بعض الفلزات، مثل الألمنيوم، بطبقة رقيقة من أكسيدها (المركب الذي ينشأ عن تفاعله مع الأكسجين). يطلق على ذلك اسم **الأَنْوَدة** أو **المعالجة الأنودية**. يؤلف الأكسيد طبقة واقية تحول دون تآكل الفلز.

أثناء المعالجة الأنودية للألمنيوم، يستخدم الجسم بمثابة الأنود ويوضع في محلول من حمض الكبريتيك، الذي هو الالكتروليت.

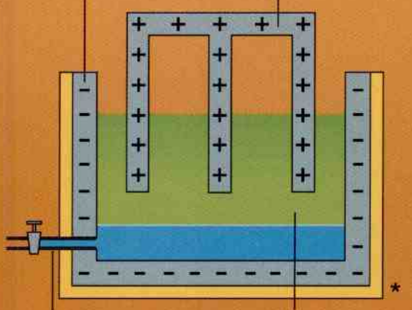
تجتمع أيونات الأكسيد من الالكتروليت عند الأنود وتتفاعل مع الألمنيوم لتكوين طبقة من أكسيد الألمنيوم.

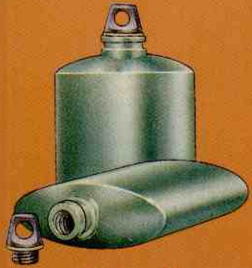
استخراج المعدن

يتم استخراج المعادن الشديدة التفاعل، مثل الألمنيوم، من الأشكال غير النقية بواسطة التحليل الكهربائي.

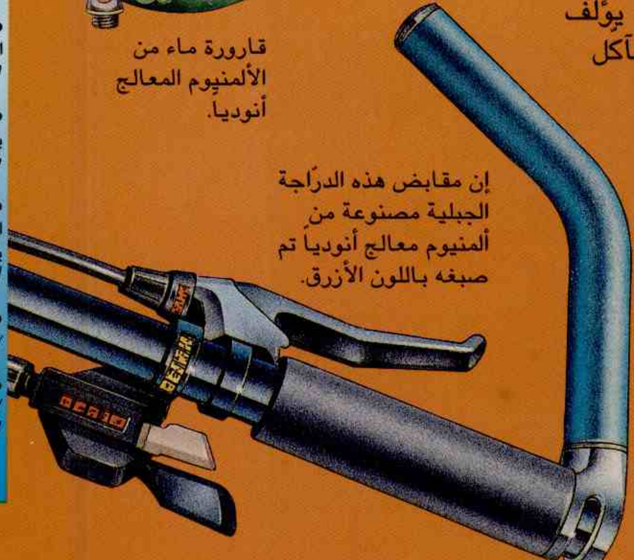
يستخرج الألمنيوم من خام اسمه **البوكسيت**، هو أساساً أكسيد الألمنيوم. لإنجاز التحليل الكهربائي، يتم تذويب أكسيد الألمنيوم في الكريوليت للسماح للأيونات بالتحرك. ويكون الخزّان المكسو بالغرافيت بمثابة الكاتود. تنجذب أيونات الألمنيوم إلى الكاتود وتصبح ذرّات ألمنيوم مصهور.

استخراج الألمنيوم





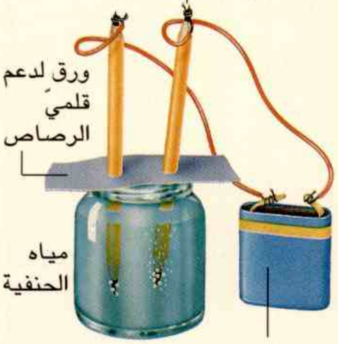
قارورة ماء من الألمنيوم المعالج أنودياً.



إن مقابض هذه الدرّاجة الجبلية مصنوعة من ألمنيوم معالج أنودياً تم صبغه باللون الأزرق.

تحقّق بنفسك

يمكنك استعمال الكهرلة (التحليل الكهربائي) لشطر الماء، الذي هو مركب من الهيدروجين والأكسجين، إلى فقاقيع من غازَي الهيدروجين والأكسجين. نفذ الاختبار كما هو مبين أدناه.



عندما يوصل السلكان بالبطارية، تتوجه فقاقيع الهيدروجين إلى قلم الرصاص الموصول بطرف البطارية السلبي (كاتود) لأن الهيدروجين يولّد أيونات موجبة. أما الفقاقيع في قلم الرصاص الآخر، الموصولة بالطرف الإيجابي، أو الأنود، فهي أكسجين. يوجد عدد أكبر من فقاقيع الهيدروجين لأن كل جزيء ماء (H_2O) يحتوي على ذرتين من الهيدروجين مقابل ذرة واحدة من الأكسجين.

ارتباطات الانترنت

- نفّذ اختباراً لمعرفة ما إذا كان محلول المياه المالحة قادر على توصيل الكهرباء. library.thikquest.org/2690/exp26.htm
- تعلم كيفية صنع تماثيل الأوسكار وطليها بالكهرباء. www.ara.org/articles/oscar.htm
- تعرف إلى الخلايا الوقودية التي تستخدم التحليل الكهربائي لإنتاج التيار الكهربائي، والتي قد تغذي يوماً ما السيارات الكهربائية. whyfiles.news.wisc.edu/069renew_energy/5html
- اعرف المزيد عن كيفية عمل الخلايا الوقودية. www.plugpower.com/technology/
- معلومات مفصّلة عن الالكتروليت. library.thinkquest.org/3310/nographics/textbook/u01s0.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الحموض والقواعد

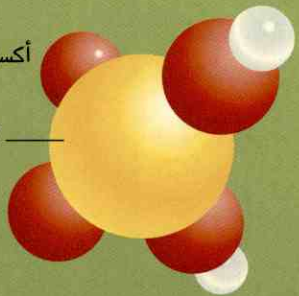
تشتق كلمة حمض (acid) من الكلمة اللاتينية *acer* التي تعني حامضاً. والحموض الموجودة في بعض الأطعمة تجعل مذاق الطعام حامضاً. فعلى سبيل المثال، تحتوي الحمضيّات، مثل الليمون والبرتقال والليمون الهندي، على حمض السيتريك وحمض الأسكوربيك. أما النقيض الكيميائي للحمض فهو القاعدة. (والمادة التي ليست حمضاً ولا قاعدة هي متعادلة.)

تحتوي لدغة النحلة على حمض. ويمكن تعديله بالصابون الذي يعتبر قلوياً.

الحموض

الحموض مركبات تحتوي على الهيدروجين وتذوب في الماء لتوليد أيونات الهيدروجين (H^+). والأيونات هي جسيمات ذات شحنة كهربائية. وأيونات الهيدروجين هي التي تمنح الحموض خواصها الفريدة، لكنها موجودة فقط في محلول، ولذلك يكشف الحمض عن خواصه فقط عند ذوبانه.

حمض الهيدروكلوريك (HCl) مصنوع من الهيدروجين والكلور.

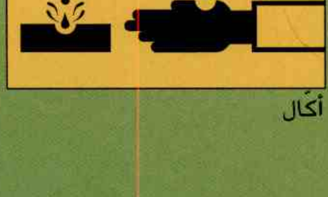


يتألف جزيء حمض الكبريتيك (H_2SO_4) من الهيدروجين والكبريت والأكسجين.

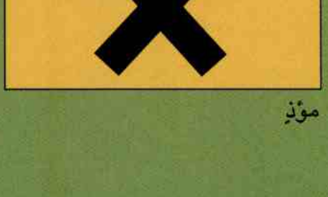
الحمض القوي هو الذي تنفصل فيه معظم الجزيئات لتكوين عدد كبير من أيونات الهيدروجين حين يكون في محلول. وتعتبر حموض الهيدروكلوريك والكبريتيك والنتريك من الحموض القوية.

لكن الحموض القوية أكّالة جداً، ما يعني أنها تحرق جلدك أو سطح أي شيء.

تكون حاويات الحموض القوية معلّمة برموز الإنذار الدولية المبينة أدناه، والتي تعني أكّال (اليسار) ومؤذٍ (اليمين).



أكّال

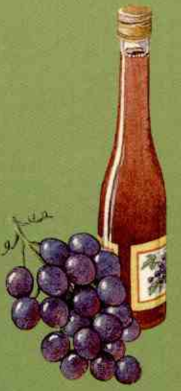


مؤذٍ

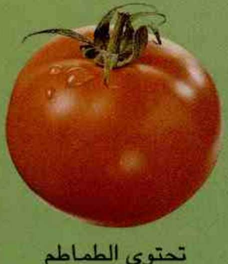
الحموض العضوية

يطلق على الحموض التي تنتجها الكائنات الحية، مثل حمض السيتريك وحمض الإيثانويك، اسم **الحموض العضوية**. وهي أمثلة على **الحموض الضعيفة** (أي التي تحتوي على القليل من أيونات الهيدروجين). ويمكنك أن تقرأ المزيد عن الحموض العضوية في الصفحة 94.

تحتوي العلامات الملوّنة في جلد يرقان البحر على حموض كريهة المذاق. وهذا يثبط الحيوانات المفترسة عن افتراسها.



يحتوي الخلّ، الذي يمكن تحضيره من العنب، على حمض ضعيف اسمه حمض الإيثانويك.



تحتوي الطماطم على حمض عضوي اسمه حمض الصفصاف.

يحتوي النمل اللاسع على حمض اسمه حمض الميثانويك (أو حمض النمل).

كيف تتصرّف الحموض

تتفاعل الحموض بطرق معينة مع مواد أخرى. فهي تتفاعل مثلاً مع معظم المعادن لتكوين الأملاح وغاز الهيدروجين. كما تتفاعل مع الكربونات لتوليد ملح وغاز ثاني أكسيد الكربون وماء.

القواعد والقلويّات

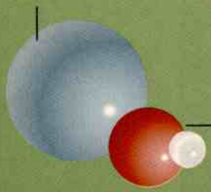
القاعدة هي النقيض الكيميائي للحمض. يطلق على القاعدة التي تذوب في الماء اسم **القِلْي**. وعند مزجِ قاعدة مع حمض، فإنها **تعدّل** (تحيِّد) خصائص الحمض ويولد التفاعل ملحاً إضافة إلى الماء.

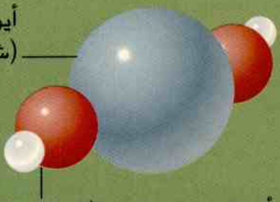
معجون الأسنان هو قاعدة تعدّل الحموض الموجودة في فمك.

تحتوي أقراص عسر الهضم على قلويات تعدّل الحموض التي تنتجها المعدة.

حين يلدغ هذا الدّبور، فإنه يحقن مادة قلوية في ضحيته. إذا تعرضت للدغة، يمكنك تعديل اللدغة بالخلّ (حمض).

تحيّد القواعد الحموض لأنها تحتوي على أيونات سلبية تبطل أيونات الهيدروجين الإيجابية. وبما أن أيون الأكسيد (O^{2-}) وأيون الهيدروكسيد (OH^-) سلبيان، تكون أكاسيد المعادن، مثل أكسيد المغنيزيوم، وهيدروكسيدات المعادن، مثل هيدوركسيد الصوديوم (الصودا الكاوية)، قواعد.





استعمال القواعد

تعتبر القواعد والقلويات بمعظمها خطيرةً لأنها كاوية (تذوّب اللحم). فالمنظفات السائلة للأرضيات تحتوي على قلويات، مثل هيدروكسيد الأمونيوم، تذوّب الأوساخ. ويستخدم هيدروكسيد الصوديوم في صناعة الورق لتذويب الراتين في الخشب، ما يولد الألياف الطبيعية للسليلوز المستخدمة لصناعة الورق.

يستخدم هيدروكسيد الصوديوم أيضاً في صناعة منظفات الأفران، ويمزج مع هيدروكسيد البوتاسيوم لصناعة الصابون.

تحقّق بنفسك

لمعرفة كيفية تفاعل الحمض والقاعدة، اسكب بعض الخلِ في وعاء زجاجي وأضف إليه بعضاً من بيكربونات الصودا.

بما أن بيكربونات الصودا هي قاعدة، فإنها تتفاعل مع حمض الإيثانويك في الخلّ لإنتاج إيثانوات الصوديوم (ملح) وماء وثاني أكسيد الكربون.

وعند امتزاج هذه المواد، تظهر فقاقيع ثاني أكسيد الكربون.

ارتباطات الانترنت

- مدخل إلى الحموض والقواعد.
www.chem4kids.com/reactions/acidbase.html
- معلومات مفصلة حول الحموض.
www.purchon.com/chemistry/acids.htm
- جرّب هذا الاختبار بواسطة حمض.
www.exploratorium.edu/science_explorer/copper_caper.html
- معلومات مفصلة حول صناعة الورق (الغسول القلوي هو اسم آخر لهيدروكسيد الصوديوم).
cator.hsc.edu/~kmd/caveman/projects/paper/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الأسّ الهيدروجيني

يمكن التعبير عن قوّة الحمض أو القاعدة بواسطة رقم الأسّ الهيدروجيني. وتشير pH إلى «قوة الهيدروجين» وهي قياس لتركيز أيونات الهيدروجين في محلول. تراوح قيمة الأسّ الهيدروجيني عادة بين 0 و14. وكلما انخفض الأس الهيدروجيني، ازداد تركيز أيونات الهيدروجين. تجدر الإشارة إلى أن المحلول الذي يملك أسًّا هيدروجينياً أقل من 7 هو حمض. أما المواد التي يساوي أسّها الهيدروجيني 7 فتكون متعادلة، فيما تلك التي يتعدى أسّها الهيدروجيني 7 تكون قواعد أو قلويات.

يساوي الأسّ الهيدروجيني لعصير البرتقال 4، فهو بالتالي حمض ضعيف.

لدغة الدبور قلي ضعيف إذ يبلغ أسّها الهيدروجيني 9.

الكواشف

يستطيع الكاشف الدلالة عما إذا كانت المادة حمضاً أو قلياً. والكاشف هو مادة تغيّر لونها عند وضعها في حمض أو قلي. ثمة كاشف اسمه **عبّاد الشمس** يتحول إلى الأحمر في الحمض وإلى الأزرق في القلي.

يحوّل الحمض ورق عباد الشمس إلى الأحمر. أما القلي فيحوّل ورق عباد الشمس إلى الأزرق.

وعبّاد الشمس هو خلاصة من متعضيات شبيهة بالنبات اسمها الأشنة. وهناك بعض النباتات، مثل الكوبية والملفوف الأحمر، تعتبر أيضاً كواشف طبيعية. ويوجد كاشف آخر، اسمه **الكاشف الشامل**، هو عبارة عن مزيج من عدة أصباغ تغير لونها حسب مقياس الأس الهيدروجيني، كما هو مبين في الصورة أدناه.

الماء النقي هو مادة متعادلة يساوي أسّها الهيدروجيني 7.

هيدروكسيد الصوديوم، المستخدم في المنظفات المنزلية، هو مادة قلوية قوية يبلغ أسّها الهيدروجيني 13.

يتغير لون الأشرطة الورقية المحتوية على كاشف شامل عند ملامستها لحمض أو قلي. وتظهر الأرقام الموجودة إلى جانب كل لون قيمة الأسّ الهيدروجيني.

الحموض في التربة

ترتبط حموضة التربة بنوع الصخور التي تتكوّن منها والنباتات التي تنمو فيها. ففي مناطق الطباشير أو الحجر الكلسي، تكون التربة قلوية عادة، فيما تكون أكثر حمضية في المستنقعات والحجر الرملي والمساحات الحرجية. كما يزيد المطر الحمضي* من حموضة التربة. لذا، تبقى التربة المتعادلة أو القليلة الحمضية، والتي يراوح أسّها الهيدروجيني بين 6.5 و7، الأفضل للزراعة.

بالنسبة إلى المناطق التي تكون فيها التربة شديدة الحموضة، يمكن تحسينها بإضافة الحجر الكلسي (كربونات الكلسيوم) أو الجير المطفأ (هيدروكسيد الكلسيوم). فهما من القواعد التي تعدّل الحموضة.

تنمو بعض النباتات، مثل الأزالية والوردية، بشكل جيد في التربة الحمضية. وثمة نباتات مثل الكوبية تملك أزهاراً زرقاء في التربة الحمضية وأزهاراً وردية في التربة القلوية.

الكوبية هي كاشف طبيعي، إذ تنتج أزهاراً بألوان مختلفة في الترب الحمضية والقلوية.

حين تموت الأوراق وتتحلل، تشكل حمضاً اسمه الحمض الدبالي يزيد من حموضة التربة.

*مطر حمضي، 65.

حمض الكبريتيك

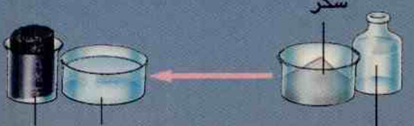
حمض الكبريتيك (H_2SO_4) هو مادة كيميائية تستخدم في العديد من الصناعات. ويتجلى استعماله الأساسي في إنتاج الفسفات القوية وسلفات الأمونيوم للأسمدة. كما يستخدم حمض الكبريتيك في بطاريات السيارات، وفي صناعة بعض الألياف الصناعية (مثل الرايون)، والأصباغ، واللدائن، والعقاقير، والمتفجرات والمنظفات.

يستخدم حمض الكبريتيك في صناعة أكسيد التيتانيوم، وهو خضاب يستعمل في صناعة دهان ملون كهذا.

وحمض الكبريتيك هو نوع من **الحمض المعدني**. وتتألف الحموض المعدنية من عناصر (في هذه الحالة، الكبريت) موجودة بمثابة معادن في قشرة الأرض.

يعتبر حمض الكبريتيك المركّز عالي التفاعلية وأكّالاً جداً. فهو ينتج الكثير من الحرارة عند تذويبه في الماء ويجب إضافته دائماً إلى الماء، وليس العكس. بهذه الطريقة، يخفف الحمض بسرعة ويتم امتصاص الحرارة بواسطة الماء.

يعتبر حمض الكبريتيك المركّز عاملاً مؤكسداً قوياً (يمنح الأكسجين إلى مواد أخرى أثناء التأكسد*). وهو أيضاً **عامل إنكاز** (يزيل الماء المتحد كيميائياً في مادة أخرى).



عند تسخين السكّر بواسطة حمض الكبريتيك المركّز، يزيل الحمض الماء من السكر، ويترك وراءه كتلة زبدية من الكربون الأسود والماء.

تشاهد هنا البلورات الصفراء للكبريت التي ينتجها البركان. يمكن جمع الكبريت من المساحات البركانية واستخدامها في صناعة حمض الكبريتيك.

تحقّق بنفسك

يمكنك إنجاز اختباراتك الخاصة لمعرفة ما إذا كان الشيء حمضياً أو قلوياً.

اصنع أولاً كاشفاً من الملفوف الأحمر. افرم ثلاث أوراق ملفوف كبيرة واغلها في نصف لتر من الماء لمدة عشر دقائق. دعها تبرد، ثم صفّ الماء منها واسكب بعضاً من هذا الكاشف في ثلاثة أوعية. أضف نصف ملعقة صغيرة من بيكربونات الصودا إلى الوعاء الأول، وبعض الخلّ إلى الثاني، وبعض مياه المطر إلى الثالث.

يحوّل البيكربونات، وهو قلوي، الكاشف إلى اللون الأزرق- المخضّر

الخلّ، وهو حمض، يحوّل الكاشف إلى اللون الوردي.

قارن لون الوعاء المحتوي على مياه المطر مع الوعاءين الآخرين.

إذا كانت مياه المطر حمضية، يتحول لون ماء الملفوف إلى البنفسجي عند إضافته إليها.

ارتباطات الانترنت

- قم بزيارة موقع pH Factor على الوب للحصول على الكثير من المعلومات والاختبارات المفيدة. www.miamisci.org/ph/
- توجه إلى صفحة الوب هذه للحصول على بعض المعلومات المعمّقة بشأن الرقم الهيدروجيني. www.purchon.com/chemistry/ph.htm
- تحتوي صفحة الوب هذه على لائحة بالأرقام الهيدروجينية لعدة أنواع من الطعام والشراب. wm.cfsan.fda.gov/~mow/app3a.html
- معلومات مفصلة عن كيفية إنتاج حمض الكبريتيك. cator.hsc.edu/~kmd/caveman/projects/acid/
- الكثير من المعلومات بشأن البوتاس، إحدى أولى القواعد التي تم اكتشافها. cator.hsc.edu/~kmd/caveman/projects/potash/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*أكسدة، 80.

الأملاح

في المصطلحات الكيميائية، يطلق على المركبات المؤلفة من فلزّ ولا فِلزّ مترابطين معاً اسم الأملاح. تتوافر العديد من الأملاح بصورة طبيعية في قشرة الأرض وتؤلّف بلورات جميلة في الظروف الصحيحة. وللأملاح استعمالات عدّة. فكبريتات الكلسيوم اللامائية، المعروفة أيضاً باسم **جصّ باريس**، هي ملح مستخدم في الزخرفة المعمارية وصناعة القوالب وإعداد الجبيرة الواقية للأطراف المكسورة.

هنا، استعمل جصّ باريس، وهو ملح يجمد عند مزجه بالماء، لإعداد قالب لقدم حيوان.

ما هو الملح؟

الأملاح مركّبات أيونية*، أي أنها مؤلفة من أيونات (جسيمات ذات شحنة كهربائية). تتشكل معظم الأملاح وفق بنيات بلورية منتظمة.

تنشأ الأملاح عند استبدال أيونات الهيدروجين في حمض معين بفِلز. فعلى سبيل المثال، عندما يتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع هيدروكسيد الصوديوم (قلْي)، يحلّ الصوديوم مكان أيونات الهيدروجين الحمضية، ما يولد كلوريد الصوديوم (ملح) والماء. (انظر الصورة فوق إلى اليسار).

في الصورة أعلاه، تمت إضافة عبّاد الشمس إلى كل واحد من مكوّنات الاختبار لمعرفة ما إذا كان حمضاً أو قاعدة.

فصائل الملح

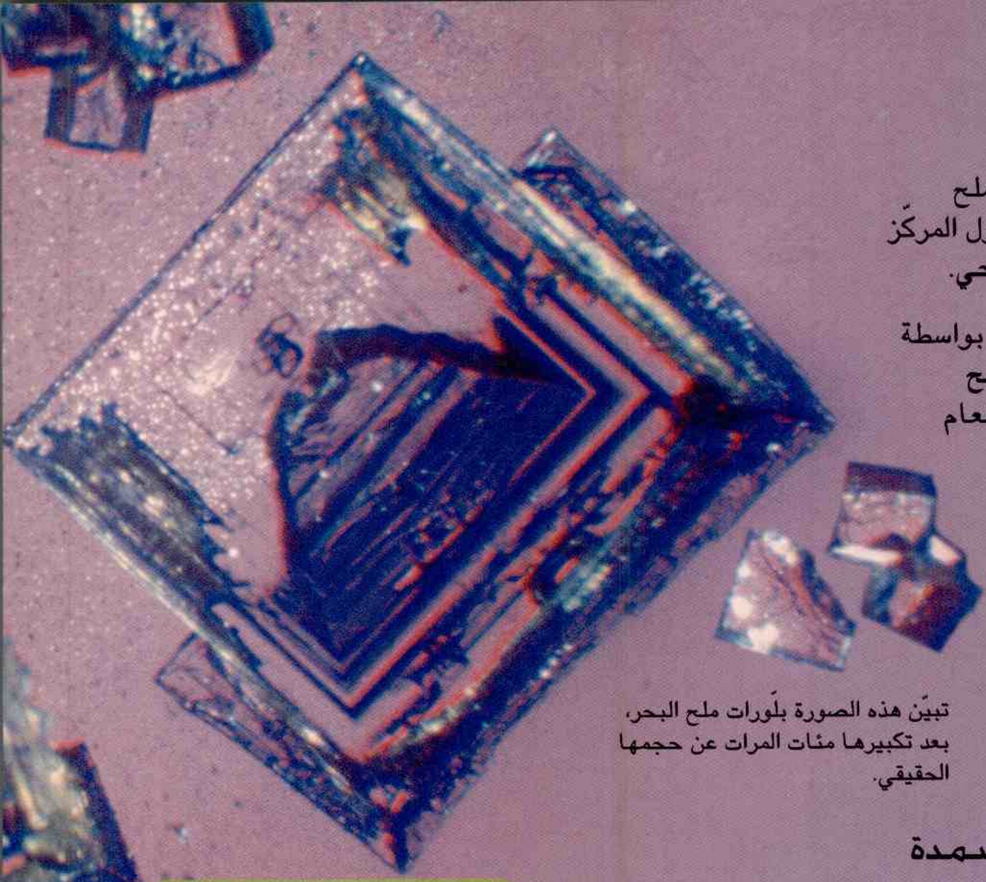
هناك فصائل عدّة من الملح مصنوعة بحموض مختلفة. **فالسلفات (الكبريتات)** تصنع بحمض الكبريتيك، **والكلوريدات** بحمض الهيدروكلوريك، **والنترات** بحمض النتريك، **والكربونات** بحمض الكربون.

أملاح الحمام وصودا الغسيل هما كربونات الصوديوم. وهما يتفاعلان مع أملاح المغنيزيوم والكلسيوم في الماء العسر* لتكوين جسيمات غير ذوّابة من كربونات الكلسيوم.

الأملاح الذوّابة، مثل صودا الغسيل، هي التي تذوب في الماء لتكوين محلول. أما **الأملاح غير الذوابة** فهي التي لا تذوب في الماء. يتألف الحجر الجيري والطبشور من كربونات الكلسيوم، الذي هو ملح غير ذوّاب.

تستخدم أملاح الزنجفر وسلفيد الكادميوم والملاكيت لصنع دهانات الرسّامين.

*ماء عسر، 73؛ مركّبات أيونية، 70.



تبيّن هذه الصورة بلّورات ملح البحر، بعد تكبيرها مئات المرات عن حجمها الحقيقي.

كلوريد الصوديوم

كلوريد الصوديوم (NaCl) هو الاسم الكيميائي لملح الطعام. وهو ملح قابل للذوبان. يطلق على المحلول المركّز من كلوريد الصوديوم في الماء اسم **المحلول الملحي**.

يمكن استخراج كلوريد الصوديوم من مياه البحر بواسطة التبخّر، وهو يوجد أيضاً في شكل صلب بمثابة **ملح الصخور** أو **الهاليت**. يستخدم هذا الملح لتنكيه الطعام وحفظه، وهو أساسي لحياة الحيوان.

كلوريد الصوديوم هو مادة أولية أساسية ويستخدم في صناعة حمض الهيدروكلوريك والكلور وهيدروكسيد الصوديوم (الصودا الكاوية) وكربونات الصوديوم (صودا الغسيل). يتم رش هذه المادة على الطرقات خلال فصل الشتاء لأنها تخفض نقطة تجمد الماء وتحول دون تكوّن الجليد.

صنع الأملاح

ثمة طرق عدّة لصنع الأملاح في المختبر. يمكن صنع الأملاح الذوّابة بتفاعل حمض وفلزّ، أو أكسيد فلزي (قاعدة).

يتم صنع سلفات النحاس (II) بإضافة أكسيد النحاس إلى حمض الكبريتيك المخفف.

يتم بعدها ترشيح المزيج. والمادة الراشحة هي محلول من سلفات النحاس (II). يبقى أكسيد النحاس غير المستعمل في ورقة الترشيح.

يُسخّن المحلول لإزالة الماء، ثم يترك لتكوين بلورات من سلفات النحاس (II).

تصنع الأملاح غير الذوّابة من ملحين ذوّابين يتفاعلان معاً لتكوين رُسابة (جسيمات صلبة غير ذوّابة) ملح في محلول. يتم بعدها ترشيح المحلول لإزالة الراسب. يمكن صنع الأملاح أيضاً من خلال جمع عنصرين معاً. فعلى سبيل المثال، يتم الحصول على كبريتيد الحديد من خلال تسخين الحديد مع الكبريت (انظر الصفحة 66).

الأسمدة

الأسمدة مواد مغذّية تساعد النباتات في النمو. يحتوي العديد من الأسمدة على الأملاح، مثل النترات والفسفات والبوتاس، الذوابة في الماء والتي تستطيع جذور النباتات امتصاصها. تحتوي النترات على النتروجين، والفسفات على الفسفور، والبوتاس على أملاح البوتاسيوم. وهي جميعها ضرورية للنمو السليم للنباتات.

تنمو هذه النبتة الصغيرة المبينة هنا في تربة رديئة. أما النبتة الأكبر حجماً فتنمو في تربة مسمدة.

تحقّق بنفسك

تحتوي بلّورات ملح الطعام على الماء (أنظر التميّه، صفحة 91)، لكنك تستطيع تحويلها إلى مسحوق بمجرّد تركها على طبق لبضعة أيام.

حين تترك البلورات في الهواء، يهرب الهواء منها مخلفاً وراءه مسحوقاً جافاً. وبالطريقة نفسها، إذا نزعت الغطاء عن قنينة بلورات الحمام، سوف تفقد أيضاً شكلها وتتحول إلى مسحوق.

ارتباطات الانترنت

- مصدر شامل مع معلومات مسهبة حول كلوريد الصوديوم (ملح الطعام).
www.saltinstitute.org/4.html
- معرض للصور يحتوي على بعض الصور المذهلة للأملاح.
micro.magnet.fsu.edu/micro/gallery/mineral/mineral.html
- كل شيء عن صبغ الصوف ودور الأملاح في عملية الصبغ.
cator.hsc.edu/~kmd/caveman/projects/dye/index.html
- اعرف كل شيء عن الهاليت (الشكل الفلزي لكلوريد الصوديوم). أنقر على "By Name" لمشاهدة لائحة بكل المعادن الأخرى.
mineral.galleries.com/minerals/halides/halite/halite.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

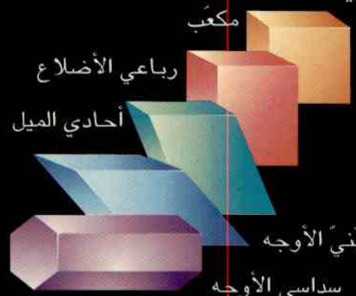
البيريت (أو ما يعرف أيضاً ببيريت الحديد أو ذهب المجانين) معدن شائع مؤلف من الحديد والكبريت. وتكون بلوراته غالباً مكعبة الشكل.

البلّورات

حين يسمح للأملاح والعديد من المواد الأخرى بالتكوّن بشكل بطيء، فإنها تشكّل البلّورات. والبلّورة هي مادة صلبة لها شكل هندسي محدد ذو حواف مستقيمة وسطوح منبسطة. تتألف معظم المواد الصلبة، بما في ذلك الفلزّات، من بلّورات، لكنها صغيرة جداً بحيث تعجز عن رؤيتها. وبعض المعادن في قشرة الأرض تؤلف بلّورات جميلة، مثل الماس والزمرّد.

كيف تتكوّن البلورات

تتكوّن بعض المواد البلورات حين تبرد وتتصلب. وتتبلور مواد أخرى حين يتبخر الماء الذي ذابت فيه. ويرتبط شكل البلورات بالترتيب المنتظم للجزيئات وترابطها في المادة. فالمواد المختلفة تكوّن أشكالاً مختلفة من البلورات. تظهر الصورة أدناه أشكال البلورات الأساسية.



يمكن أن تطحن بلورات الكالسيت لتكوين الاسمنت.

انشطار البلّورات

تسمى الحدود الموجودة بين الجسيمات في بلورة **مستويات التفلّق** أو **الانشطار**. والبلورات تنشطر على طول هذه المستويات، تاركة الأسطح المسطحة للبلّورة مكشوفة. وإذا لم تنشطر البلّورة بمحاذاة مستوى الانشقاق، فإنها تتناثر إلى شظايا.

زمرّد طبيعي مطمور في حجر جيري

تم شطر الزمرد الذي يرصّع في هذا الخاتم على طول مستويات التفلق للحصول على جوهرة جميلة.

تتكوّن بلّورات الجمشت من الكوارتز المعدني.

البلّورات السائلة

البلورات السائلة هي بلورات تصبح ضبابيّة عند تسخينها. وتستخدم في **عوارض البلورات السائلة (LCDs)** في الساعات والآلات الحاسبة وأجهزة التلفزيون.

فعندما يمر تيار كهربائي في البلورات، تتراصف جزيئاتها وتحجب الضوء، ما يولد النمط المعروض. تحتوي شاشات التلفزيون التي تعمل بعوارض البلّورات السائلة على عدة آلاف من الوحدات البلورية البالغة الصغر. وهي تؤلف الصور المتحركة التي تشاهدها من خلال وميضها السريع.

لهذا التلفزيون الرقمي المحمول باليد عارض بالبلورات السائلة.

بلّورات من الأباتيت. توجد هذه المادة أيضا في الأسنان.

التميّه

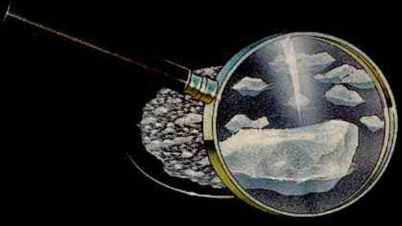
يحدث **التميّه** حين تتحد مادة معينة مع الماء. يقال عن هذه المادة إنها **مميّهة**. والواقع أن العديد من الأملاح تتحد وترتبط كيميائياً بالماء لتكوين بلورات. يقال عندئذ عن الماء إنه **ماء التبلر**.

في البلورة، يرتبط الماء كيميائيا بذرات المادة، على عكس ما يحصل في المحلول حيث تمتزج ذرات المادة بجزيئات الماء. يمكن فصل الماء عن المادة الصلبة المميّهة من خلال تسخين المادة الصلبة. وتعرف هذه العملية **بالإنكاز أو نزع الماء**.

يمكن نزع الماء أيضاً باستعمال **عامل إنكاز**، مثل حمض الكبريتيك.

أما المادة الصلبة الجافة التي تنجم عن الإنكاز فيقال عنها **لامائية**.

تتكوّن بلورات سلفات النحاس (II) المميّه ($CuSO_4.5H_2O$) حين ترتبط سلفات النحاس(II) ($CuSO_4$) مع الماء (H_2O)



إذا قمت بتسخين بلورات صودا الغسيل ($Na_2CO_3.10H_2O$)، ينفصل ماء التبلر عنها ويتكوّن محلول من صودا الغسيل.

يتحول مسحوق سلفات النحاس (II) اللامائي الأبيض إلى اللون الأزرق عند إضافة الماء إليه. ويمكن استعماله لاختبار وجود الماء.

هذه بلّورة هاليت. وقد تشكّل الهاليت بفعل تبخر مياه البحر قبل آلاف السنين.

تحقّق بنفسك

يمكنك صنع بلورة باستعمال الشبّ (سلفات البوتاسيوم والألمنيوم). وتحتاج هذه العملية إلى ثلاثة أسابيع تقريباً. يمكنك شراء الشبّ من الصيدلية. قد يكون الشب مؤذياً عند أكله، ولذلك تذكر أن تغسل يديك بعد لمسه.

1. سخن 100غرام من الشّب في 500 مل من الماء فوق نار خفيفة حتى يذوب. أضف المزيد من الشّب إلى أن يتوقف عن الذوبان.

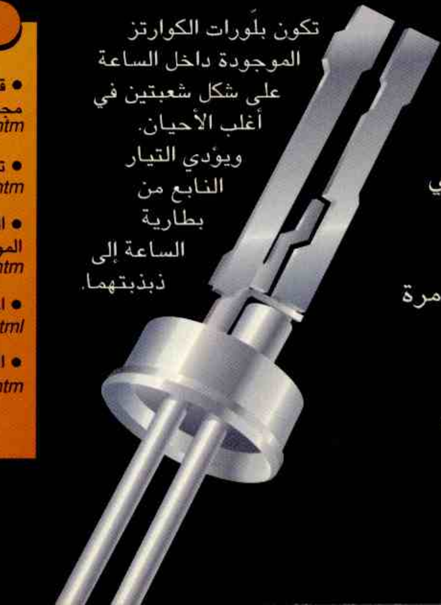
2. اسكب القليل من هذا المحلول المشبع في طبق واتركه لمدة ثلاثة أيام. دع بقية المحلول في وعاء نظيف ومغطى.

3. حين تظهر البلورات في الطبق، اربط خيطاً حول إحداها وعلقها في المحلول داخل الوعاء. يطلق على هذه البلورة اسم **البذرة البلورية**. سوف يتبلور المحلول ببطء حولها.

بذرة بلورية في الطبق

بلّورات الكوارتز

بلورات الكوارتز هي بلورات الكوارتز المعدني التي تتكوّن في قشرة الأرض. وحين يمرّ تيار كهربائي في بلورة كوارتز، تتذبذب هذه الأخيرة 32768 مرة في الثانية. يعرف ذلك باسم **الظاهرة الكهراجهادية**. ويمكن استعمال هذه الذبذبات لقياس الوقت في الساعات.



تكون بلّورات الكوارتز الموجودة داخل الساعة على شكل شعبتين في أغلب الأحيان. ويؤدي التيار النابع من بطارية الساعة إلى ذبذبتهما.

ارتباطات الانترنت

- قم بزيارة مملكة المعادن والجواهر KingdomMiner al & Gemstone. انقر على مجموعة بلورات، واختر من ثم معدنا لمعاينة المعلومات والصور المتعلقة به.
  www.minerals.net/mineral/sort-met.hod/crystal/crystal1.htm
- تعلم كيفية صنع أنواع مختلفة من البلورات.
  freeweb.pdq.net/headstrong/crys.htm
- المزيد من المعلومات حول مختلف أشكال البلورات وكيفية تكوّنها. يشتمل هذا الموقع أيضا على بعض الوصفات لصنع البلورات بنفسك.
  www.chemistry.co.nz/crystals_defined.htm
- استكشف هذا الموقع لمعرفة كيفية استخدام بلورات الكوارتز في الساعات.
  www.si.edu/lemelson/Quartz/answer/answer.html
- المزيد من المعلومات المفصلة بشأن مستويات الانشقاق.
  www.minerals.net/resource/property/cleavage.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

الكيمياء العضوية

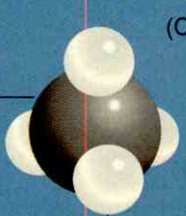
الكيمياء العضوية هي دراسة مركّبات الكربون، المعروفة باسم **المركّبات العضوية**. تحتوي كل الكائنات الحية على مركّبات عضوية، ويمكن صنع العديد منها بطريقة اصطناعية. تستخدم هذه المركبات في صناعة الأقمشة والأدوية واللدائن والدهانات ومستحضرات التجميل والعديد من المنتجات الأخرى.

تحتوي الدهانات على مركبات عضوية.

المركّبات العضوية

تتألف المركّبات العضوية من ذرّات كربون مترابطة بذرّات عناصر أخرى مثل الهيدروجين والأكسجين. تتّحد الذرات معاً بفضل ترابطات تشاركية قوية (انظر الى اليسار). ويطلق على المركبات التي تحتوي فقط على ذرات الكربون والهيدروجين اسم **الهيدروكربونات**.

تجتمع المركّبات العضوية في فصائل اسمها **السلاسل المتشاكلة**. فعلى سبيل المثال، تعتبر الألكانات والألكينات (انظر الصفحتين 96-97) سلسلتين متشاكلتين، تحتوي كل سلسلة منها على مئات المركبات، مع أعداد متزايدة من ذرات الكربون والهيدروجين في جزيئاتها.



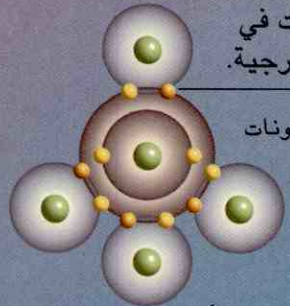
هذه نماذج عن جزيئات المركّبات الثلاثة الأولى في سلسلة الألكانات. يحتوي **الميتان** على ذرة كربون واحدة، و**الإيثان** على ذرتين، و**البروبان** على ثلاث.

تبدأ أسماء المركّبات ذات الجزيئات التي تحتوي على ذرّة كربون واحدة بكلمة «ميث». أما المركبات ذات الجزيئات التي تحتوي على ذرتيّ كربون فتبدأ بكلمة «إيث»، فيما تلك التي تحتوي على ثلاث ذرات كربون تبدأ بكلمة «بروب». وتملك المركبات الموجودة في كل سلسلة الخواص الكيميائية نفسها، لكن خواصها الفيزيائية تختلف من الغاز إلى السائل إلى المادة الصلبة بسبب ازدياد حجم الجزيئات.

تصنع الأصباغ المستعملة في أحذية الباليه من مركب عضوي اسمه الأنيلين، يوجد في قار الفحم.

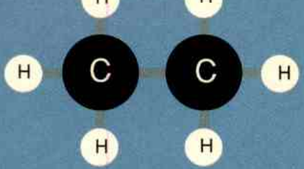
الروابط التشاركية

الروابط التشاركية (انظر صفحة 69) هي الروابط القوية الموجودة بين الذرات التي تتشارك بالإلكترونات في أغلفتها الخارجية.

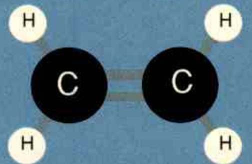


زوج من الإلكترونات المتشاركة في جزيء ميتان.

يمكن لكل ذرّة كربون أن تؤلف روابط فردية مع أربع ذرات أخرى، أو روابط مزدوجة أو حتى ثلاثية. في **الروابط الفردية**، يتشارك كل زوج من الذرات بزوج واحد من الإلكترونات. وفي **الروابط المزدوجة** يتم تشارك زوجين من الإلكترونات، فيما يجري في **الروابط الثلاثية** تشارك ثلاثة أزواج من الإلكترونات. وفي الرسوم البيانية للجزيئات العضوية، يتم عرض الروابط عادة بمثابة عيدان بين الذرات.



رابطة تشاركية فردية في الإيثان، أحد الألكانات



رابطة تشاركية مزدوجة في الإيثين، أحد الألكينات

يمكن أن تتّحد ذرات الكربون معاً لتكوين سلاسل طويلة أو حلقات ما يسمح بعدد هائل من المركبات العضوية.

غير مشبع

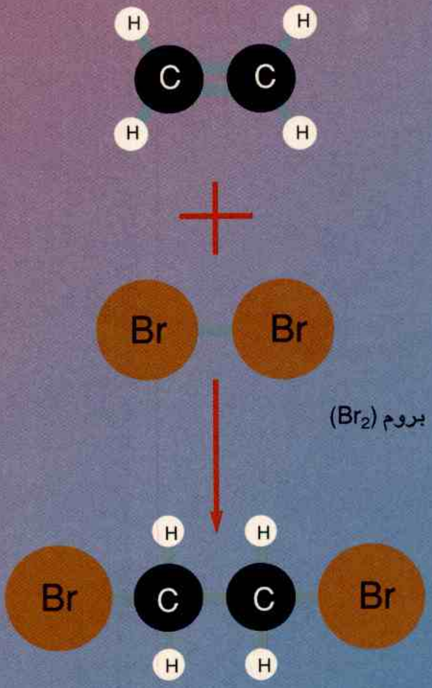
يقال عن المركّبات العضوية ذات الروابط التشاركية المزدوجة أو الثلاثية إنها غير مشبعة. فهي تملك روابط قادرة على الانفتاح والاتحاد بذرات أخرى من دون تفكك الجزيئات الأصلية. وعندما يحدث ذلك، يطلق على نوع التفاعل الحاصل اسم **تفاعل الضم**.

تكون المركّبات غير المشبعة أكثر تفاعلية من المركّبات المشبعة (أنظر إلى اليسار).

تفاعل الضمّ

حين يتفاعل الإيثين مع البروم، تفتح روابطه المزدوجة، ما يفسح المجال أمام ذرات البروم.

الإيثين (C_2H_4)



بروم (Br_2)

1، 2ثنائي بروم الإيثان (CH_2BrCH_2Br)

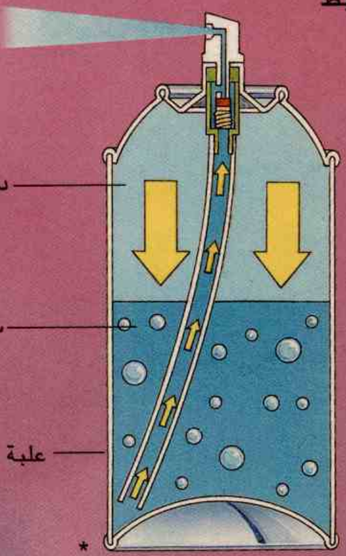
$$C_2H_4 + Br_2 \longrightarrow CH_2BrCH_2Br$$

يتفاعل الإيثين والبروم لتكوين 2.1 ثنائي بروم الإيثان، المستخدم في مبيدات الحشرات وسم الفئران.

مشبع

يقال عن المركّبات العضوية ذات الروابط الفردية إنها مشبعة، نظراً لعدم وجود روابط حرة للاتحاد بذرات أخرى.

حين تتفاعل المركّبات العضوية المشبعة مع مركبات أخرى، تنفتح الروابط في جزيئاتها ويتم استبدال بعض ذرّاتها بذرات مختلفة. يطلق على ذلك اسم **التفاعل الاستبدالي**. فعلى سبيل المثال، يتم الحصول على ثنائي كلورو ثنائي فلورو ميتان (CCl_2F_2) باستبدال ذرات الهيدروجين في الميثان (CH_4) بالكلور (Cl) والفلور (F).



* صورة داخلية لعلبة رذاذ.

$$CH_4 + 2Cl_2 + 2F_2 \longrightarrow CCl_2F_2 + 2HF + 2HCl$$

كانت دواسر الحلالات الهوائية تصنع في ما مضى من ثنائي كلورو ثنائي فلور الميثان، لكن تبيّن أن هذا الأخير وهو كلور فلورو كربون (مركب من الكلور والفلور والكربون) يؤذي الغلاف الجوي. لذا، تستخدم الآن دواسر أخرى في الحلالات.

المركّبات الاصطناعية

بدراسة كيفية تفاعل مختلف المركّبات العضوية، تمكن الكيميائيون من تركيب (نسخ) المواد الموجودة طبيعياً، وصنعها في المختبر. كما استطاعوا أيضاً تركيب مركبات عضوية اصطناعية جديدة بالكامل.

يصنع الكيميائيون أقراص الفيتامين من خلال تركيب (نسخ) بنية الفيتامينات الموجودة طبيعياً بمثابة مركبات عضوية.

يطلق على حاويات الأقراص مثل هذه اسم العلب المنفطة. فهي مصنوعة من مركبات عضوية اصطناعية مثل متعدد فينيل الكلوريد (PVC).

ارتباطات الانترنت

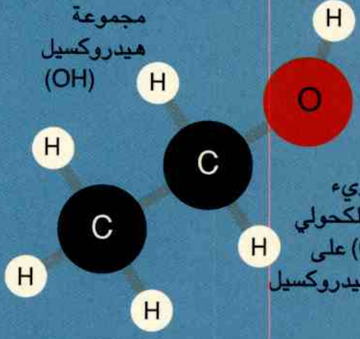
- مصدر جيد للنماذج الجزيئية. بالنسبة إلى نماذج جزيئات الهيدروكربون، انقر على "Hydrocarbons" في القائمة إلى اليسار.
www.mathmol.com/textbook/middle_home.html
- موقعان مفصلان فيهما الكثير من المعلومات بشأن الكيمياء العضوية. والأول أسهل على القراءة من الثاني. في كلا الموقعين، انقر على "xtNe" في أسفل كل صفحة للمتابعة.
www.sciencenet.org.uk/database/Chemistry/Organic/c00165c.html
www.netcomuk.co.uk/~rpeters1/auf1oc1.htm
- جرّب اختباراً سريعاً حول المركبات العضوية.
www.funbrain.com/cgi-bin/scr.cgi?A1=s&A2=organic_chemistry

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

الكحول

الكحول مركّبات عضوية تحتوي على الكربون والأكسجين والهيدروجين. وهي **سلاسل متشاكلة** أي مجموعة من المركّبات تملك الخواص الكيميائية نفسها.

تؤلّف ذرّتا الأكسجين والهيدروجين في جزيء الكحول **مجموعة الهيدروكسيل** التي تمنح الكحول خواصها المميزة.



يحتوي جزيء الإيثانول الكحولي (C_2H_5OH) على مجموعة هيدروكسيل واحدة.

في الصناعة، تتم صناعة كحول اسمه **الإيثانول** (C_2H_5OH) بواسطة التخمير (راجع أدناه) أو تفاعل الإيثين (C_2H_4) مع البخار:

$$C_2H_4 + H_2O \longrightarrow C_2H_5OH$$

يستخدم الإيثانول بمثابة مذيب* للدهانات والورنيش والعطور. كما يستخدم أيضاً في صنع الكثير من المركّبات الأخرى.

التخمير

التخمير هو تفاعل كيميائي يجري استعماله منذ آلاف السنين لإنتاج الكحول. وهو الآن عملية صناعية مهمة لإنتاج الإيثانول الكحولي.

ثمة فطر اسمه الخميرة يسبّب التخمير. فهو ينتج **أنزيمات**– أي حفّازات تسرّع التفاعلات الكيميائية في الكائنات الحية. وهي تحوّل السكاكر في الفاكهة أو الحبوب إلى إيثانول وثاني أكسيد الكربون.

الحموض العضوية

يطلق على المركّبات العضوية الحمضية اسم **الحموض العضوية**. وهي تتصرف مثل الحموض النموذجية، إذ تحوّل ورق عبّاد الشمس إلى اللون الأحمر وتكوّن الأملاح عند تفاعلها مع القواعد.

يمكن تحضير الحموض العضوية بأكسدة (إضافة الأكسجين إلى) الكحول. ويصنع الخل منذ آلاف السنين عن طريق السماح للنبيذ، الذي يحتوي على كحول الإيثانول، بالتأكسد وتكوين حمض الإيثان.

أنواع الحمض العضوي

حمض الخل، الذي يمنح الخلّ مذاقه الحمضي، و**حمض النمل**، السمّ الموجود في لدغة بعض أنواع النمل، هما من الحموض العضوية. وهما ينتميان إلى مجموعة اسمها **الحموض الكربوكسيلية**.

يطلق على الحموض الكربوكسيلية الموجودة في الزيوت والدهون الطبيعية اسم **الحموض الدهنية**.

يحتوي زيت جوز الهند على حمض دهني اسمه حمض الغار.

هذه النملة على وشك بخّ سمها المؤلف من حمض النمل، وهو حمض كربوكسيلي.

يستخدم حمض الخل في صناعة البوليستر. يمكن غزل هذا الأخير على نحو رفيع جداً وصبغه للحصول على خيوط الخياطة.

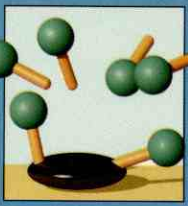
المنظّف

المنظف مادة تسمح للماء بإزالة الأوساخ. تخفف المنظفات من قوى الجذب بين جزيئات الماء بحيث ينتشر الماء بسهولة فوق الغسيل. والواقع أن فقدان الجذب بين الجزيئات هو الذي يسمح بتكوّن فقاقيع تنتشر على الماء.

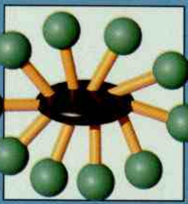
بدون المنظّف، لن تتباعد جزيئات الماء جيداً عن بعضها. وتختفي كل الفقاقيع التي تظهر في غضون ثوانٍ قليلة.

الصابون نوع من المنظّفات المصنوعة من الزيوت النباتية، يحتوي على حموض دهنية. عندما تغلي الزيوت مع هيدروكسيد الصوديوم، وهو قلي، تتفاعل الحموض مع القلي لإنتاج ملح، هو الصابون.

كيف تعمل المنظّفات



تتألف المنظّفات من أيونات* ذات شحنة عند أحد اطرافها. ينجذب هذا الطرف إلى الماء. أما الطرف الآخر (الذيل) فينجذب إلى الدهن.



تتشبث الذيول بالدهن وتؤلف جسراً بين الماء والدهن. ويؤدي انجذابها إلى الماء إلى إبعاد الدهن عن الغسيل.

تعمل المنظّفات الخالية من الصابون بالطريقة نفسها مثل الصابون. إلا انها لا تتأثر بالمعادن الموجودة في الماء العسر*، التي تتفاعل مع الصابون لتكوين رغوة.

*أيونات، 70؛ ماء عسر، 73؛ مذيب، 58.

الإستـرات

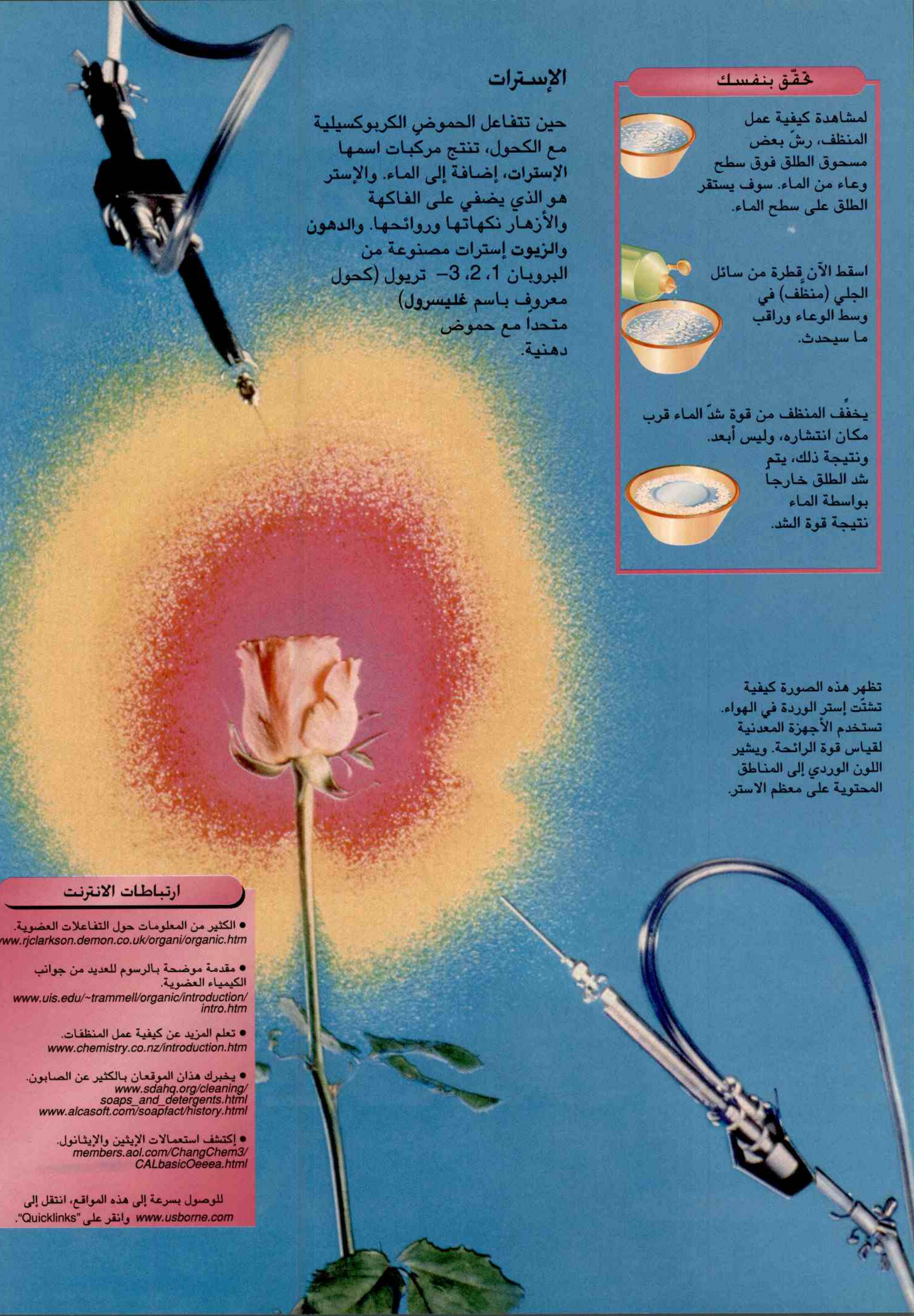
حين تتفاعل الحموضِ الكربوكسيلية مع الكحول، تنتج مركبات اسمها الإسترات، إضافة إلى الماء. والإستر هو الذي يضفي على الفاكهة والأزهار نكهاتها وروائحها. والدهون والزيوت إسترات مصنوعة من البروبان 1، 2، 3– تريول (كحول معروف باسم غليسرول) متحداً مع حموض دهنية.

تحقّق بنفسك

لمشاهدة كيفية عمل المنظف، رشّ بعض مسحوق الطلق فوق سطح وعاء من الماء. سوف يستقر الطلق على سطح الماء.

اسقط الآن قطرة من سائل الجلي (منظف) في وسط الوعاء وراقب ما سيحدث.

يخفف المنظف من قوة شدّ الماء قرب مكان انتشاره، وليس أبعد. ونتيجة ذلك، يتم شد الطلق خارجا بواسطة الماء نتيجة قوة الشد.



تظهر هذه الصورة كيفية تشتّت إستر الوردة في الهواء. تستخدم الأجهزة المعدنية لقياس قوة الرائحة. ويشير اللون الوردي إلى المناطق المحتوية على معظم الاستر.

ارتباطات الانترنت

- الكثير من المعلومات حول التفاعلات العضوية.
www.rjclarkson.demon.co.uk/organi/organic.htm
- مقدمة موضحة بالرسوم للعديد من جوانب الكيمياء العضوية.
www.uis.edu/~trammell/organic/introduction/intro.htm
- تعلم المزيد عن كيفية عمل المنظفات.
www.chemistry.co.nz/introduction.htm
- يخبرك هذان الموقعان بالكثير عن الصابون.
www.sdahq.org/cleaning/soaps_and_detergents.html
www.alcasoft.com/soapfact/history.html
- إكتشف استعمالات الإيثين والإيثانول.
members.aol.com/ChangChem3/CALbasicOeeea.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الألكانات والألكينات

تتوافر الألكانات في قشرة الأرض في النفط الخام والغاز الطبيعي، ويستخدم العديد منها بمثابة وقود. أما الألكينات فلا تتوافر بصورة طبيعية بكميات كبيرة ويتم الحصول عليها من خلال تفكيك جزيئات ألكان كبيرة. ويعتبران معاً سلاسل متشاكلة من الهيدروكربونات (انظر المركبات العضوية، صفحة 92).

يحتفظ بوقود البروبان (ألكان) في هذه الأسطوانات.

يستخدم بروبان الألكان بمثابة وقود لتسخين الهواء في مناطيد الهواء الساخن.

الألكانات

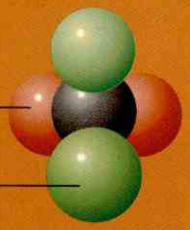
الألكانات سلاسل متشاكلة من مركبات مشبعة. ويعني ذلك أن ذرات الكربون الخاصة بها ترتبط معاً بواسطة روابط تشاركية* فردية.

تنتهي كل أسماء الألكان بعبارة «آن». والألكانات ذات الجزيئات صغيرة، كالميثان، هي غازات، والألكانات ذات الجزيئات الأكبر حجماً هي سوائل. أما الألكانات التي تحتوي على أكثر من 16 ذرة كربون فهي أجسام صلبة.

استعمالات الألكانات

تحترق الألكانات بسهولة ويستخدم العديد منها بمثابة وقود. والبترول هو مزيج من الألكانات، فيما يستخدم البروبان والبوتان في مواقد التخييم والبيوت المتنقلة ويتم حفظهما تحت الضغط بشكل سوائل داخل أسطوانات قابلة للنقل.

تستخدم الألكانات لصنع العديد من المواد الكيميائية العضوية الأخرى. فعلى سبيل المثال، يمكن استبدال ذرات الهيدروجين في الميثان بالكلور والفلور لصنع مركبات اسمها الكلوروفلوروكربون (CFC). إلا أن العديد من الكلوروفلوروكربونات لم تعد قيد الاستعمال نتيجة للاعتقاد بأنها تؤذي الغلاف الجوي.



الجزيء المبين أعلاه هو ثنائي كلور فلوروميثان، وهو كلوروفلوروكربون. ويستخدم مبرداً في البرادات وفي أنظمة تكييف الهواء داخل السيارات.

يستخدم الميثان، وهو المركب الأساسي في الغاز الطبيعي، بمثابة وقود للطهو والتسخين.

تستخدم الطائرة الكيروسين، وهو مزيج من الألكانات، للوقود. يتم إنتاج الكيروسين بتنقية البترول.

تستعمل الطائرات النفاثة مقادير هائلة من الوقود. وتستطيع طائرة بوينغ 747 استيعاب أكثر من 215000 لتر، علماً أنها تستخدم الوقود بمعدل 11 لتراً بالكيلومتر.

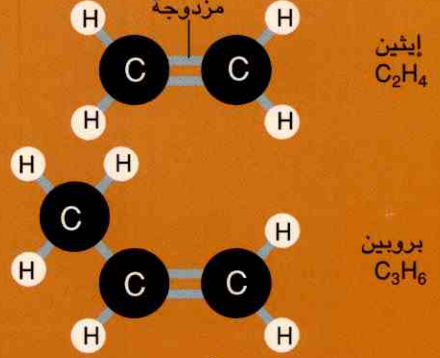
الكيروسين هو وقود مثالي للمحرك النفاث لأنه، على عكس الأنواع الأخرى من الوقود، يحترق جيداً في درجات الحرارة المجمدة في الارتفاعات العالية.

*روابط تشاركية، 92.

الألكينات

الألكينات سلسلة متشاكلة من الهيدروكربونات تحتوي جزيئاتها على بعض الروابط التشاركية التساهمية المزدوجة (انظر صفحة 93). تنتهي أسماء المركبات المنتمية إلى هذه السلسلة باللاحقة «ين». والإيثين(C_2H_4) هو أول ألكين. ولا يوجد ألكين يبدأ بـ «ميث» (انظر صفحة 92) نظراً إلى أنه يجب على كل الألكينات أن تملك ذرّتي كربون على الأقل لتكوين رابطة مزدوجة.

تظهر الرسوم البيانية أدناه جزيئات أول مركبين في سلسلة الألكين.



والألكينات هي مركّبات غير مشبعة وأكثر تفاعلية من الألكانات. تستطيع كل ذرة كربون التخلي عن أحد روابطها المزدوجة لصالح ذرات أخرى في تفاعل ضم* من دون تفكّك الجزيئات. وتستخدم الألكينات في الصناعة لإنتاج اللدائن، مثل البوليثين، من خلال ضمّ عدة جزيئات معاً.

ملاقط الثياب البلاستيكية. تصنع اللدائن بواسطة تفاعلات الضم، باستعمال جزيئات مركّبات مثل الإيثين.

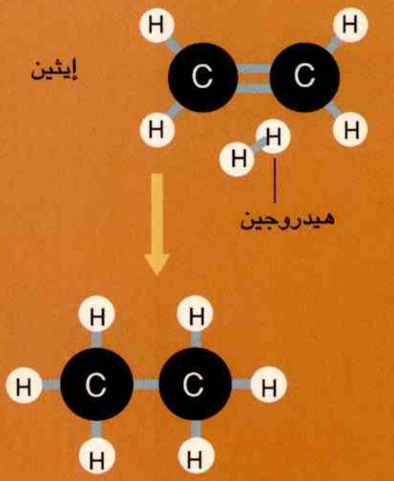
تصنع سيّارات السباق من مادة صلبة وقوية جداً اسمها كفلار vlareK، هي عبارة عن مادة لدائنية معززة بالألياف الصناعية. وهذه المادة أخفّ بكثير من المعدن.

*تفاعلات ضم، مشبعة، غير مشبعة، 93.

الهدرجة

الهدرجة هي تفاعل ضم* تضاف خلاله ذرّات الهيدروجين إلى الجزيئات غير المشبعة*، مثل تلك الموجودة في الألكينات، لملء الروابط التشاركية المزدوجة. وتكون المركبات الجديدة مشبعة* لأنها تحتوي على روابط تشاركية فردية فقط.

يتفاعل الإيثين والهيدروجين معاً لتكوين الإيثان. يملأ الهيدروجين الروابط الاحتياطية في الرابطة التشاركية المزدوجة.



الإيثان هو ألكان ومركّب مشبع.

تحقّق بنفسك

احذر من إعلانات المرغرين. ثمة احتمال كبير أن يزعم الصانعون بأن منتجهم هو البديل الصحي للزبدة.

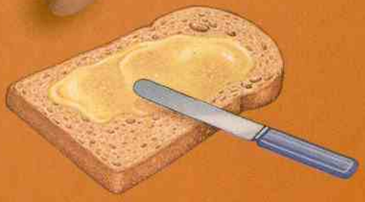
والسبب في ذلك أن المرغرين يحتوي على مركبات غير مشبعة أكثر من الزبدة (التي تتألف بمعظمها من المركبات المشبعة).

ويعتقد العلماء أن المركّبات المشبعة مضرّة بصحتك لأن جسمك يحوّلها إلى نوع من الكولستيرول الذي يسدّ أوعيتك الدموية. أما المركبات غير المشبعة في العديد من أنواع المرغرين فلا تفعل ذلك.

يستخدم علماء التغذية الهدرجة لصنع المرغرين من بعض الزيوت النباتية، مثل زيت الزيتون. تحتوي هذه الزيوت على الألكينات.

لصنع المرغرين، يقحم الهيدروجين داخل الزيت فيما هو ساخن، ثم يوضع تحت ضغط. هكذا، تنفتح بعض الروابط وتلتصق ذرات الهيدروجين بالروابط المتوفرة حديثاً. يؤدي ذلك إلى جعل الزيت السائل أكثر صلابة.

تتألف زيوت الفول السوداني من الألكانات. وتستخدم في صناعة المرغرين.



كلما ازدادت هدرجة الزيت النباتي، ازدادت صعوبة دهنه.

ارتباطات الانترنت

- انظر إلى القسمين "Alkanes" و "enesAlk" للحصول على معلومات مفيدة.
library.thinkquest.org/12401/index3.htm
- انقر على "Alkanes و Alkenes"
members.aol.com/ChangChem3/CALbasicO1.html
- مقدمة للألكانات والألكينات، بما في ذلك كيفية تسميتها.
library.thikquest.org/3659/orgchem/alkanes.html
library.thikquest.org/3659/orgchem/alkenes-alkynes.html
- مقدمة لمختلف أنواع الدهون الموجودة في الطعام. انقر على "ticlext arne" أو اختر أي شيء من جدول المحتويات للمتابعة.
www.howstuffworks.com/fat.htm
- توجه إلى العنوان الأول لمعرفة المزيد عن تسمية المركبات العضوية. توجه من ثم إلى العنوان الثاني للخضوع لاختبار في هذا الموضوع.
members.aol.com/ChangChem/topic10.html
members.aol.com/NoldWorld/onlinetasks/aaa.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

النفط الخام

النفط الخام هو المادة الأولية التي يتم الحصول منها على الوقود، مثل زيت التسخين والبترول والغاز، بالإضافة إلى العديد من المواد الكيميائية المختلفة للصناعة. وهو مزيج من الهيدروكربونات، التي هي مركبات عضوية مؤلفة فقط من الكربون والهيدروجين. يتم فصل مختلف مركبات المزيج بعضها عن بعض في مصافي النفط بواسطة عملية اسمها التقطير التجزيئي.

الكائنات الحية المجهرية التي تكوَّن منها النفط كانت شبيهة بهذه العوالق التي تعيش اليوم في البحر.

كيف تكوّن النفط والغاز

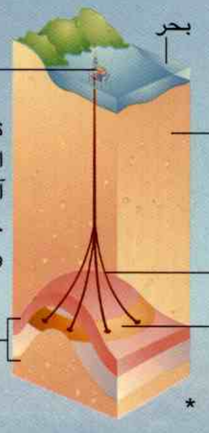
النفط الخام والغاز الطبيعي هما وقودان أحفوريّان. وقد تكوّنا من أجسام الكائنات الحية المجهرية التي عاشت في البحر قبل ملايين السنين. وعندما ماتت تلك الكائنات، غاصت أجسامها إلى قاع البحر واندفنت في الرمل والوحل. ومع تراكم طبقات الرمل والوحل وتحولها إلى صخور، تحللت الكائنات الدقيقة وتحولت إلى نفط وغاز.

تستخدم منصات النفط كهذه للتنقيب عن الرواسب النفطية الموجودة تحت قاع البحر.

نفط من تحت البحر

إن ثلث موارد النفط تقريباً موجود تحت قاع البحر. ويتواجد النفط والغاز في جيوب، اسمها **المكامن**، داخل الطبقات المسامية من الصخور. وقد تكون هذه المكامن على عمق مئات الأمتار تحت قاع البحر.

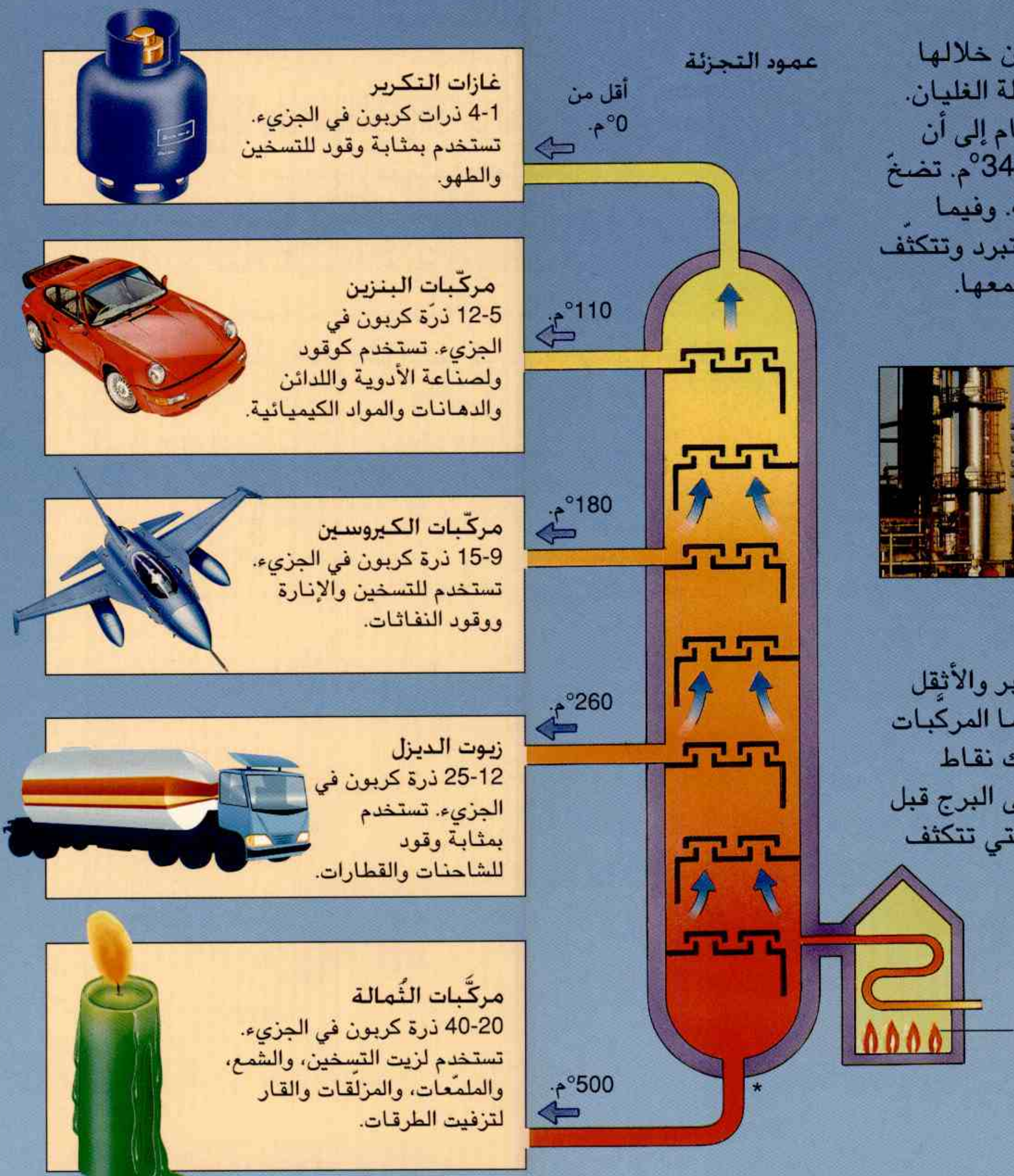
لاستخراج النفط، تبنى منصات نفط عملاقة، مثل تلك المبينة إلى اليمين، في البحر. ويتم حفر آبار في قاع البحر وصولاً إلى المكامن، ليجري ضخ النفط منها إلى المنصة.



تظهر هذه الصورة أربع آبار منفصلة تم حفرها من منصة واحدة

التقطير التجزيئي

التقطير التجزيئي هو عملية يمكن من خلالها فصل مواد المزيج عن بعضها بواسطة الغليان. وفي مصفاة النفط، يُسخّن النفط الخام إلى أن تصبح مركّباته غازات عند حوالي 340°م. تضخّ الغازات في برج اسمه **عمود التجزئة**. وفيما ترتفع هذه الغازات إلى أعلى البرج، تبرد وتتكثّف (وتصبح سوائل مجدداً) بحيث يتم جمعها.

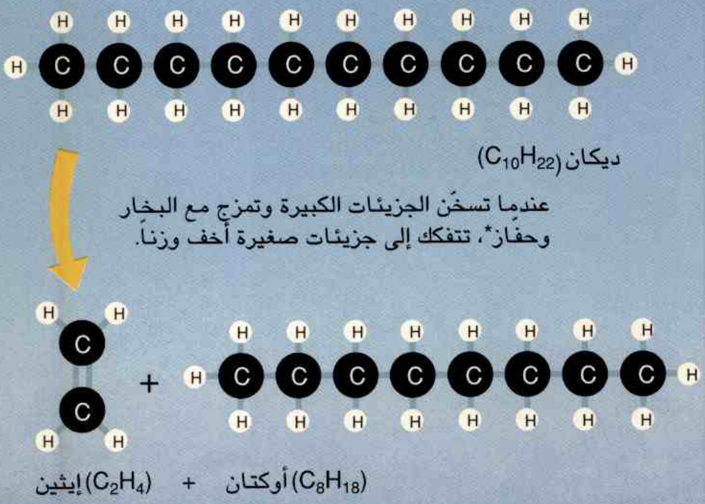


أعمدة التجزئة في مصفاة نفط

تتكثّف المركبات ذات الجزيئات الأكبر والأثقل أولاً ويتم جمعها قرب أسفل البرج. أما المركّبات ذات الجزيئات الأصغر والأخف فتملك نقاط غليانٍ أدنى، وترتفع بالتالي إلى أعلى البرج قبل تكثفها. يطلق على مزيج المركبات التي تتكثف عند كل مستوى اسم الجزء.

التكسير

التكسير هو الطريقة التي يجري من خلالها تحويل المركبات ذات الجزيئات الكبيرة، مثل الديكانِ وهو ألكان*، إلى مركبات ذات جزيئات أصغر حجماً تكون أكثر فائدة ويمكن استعمالها بمثابة وقود أو في صناعة المواد الكيميائية.



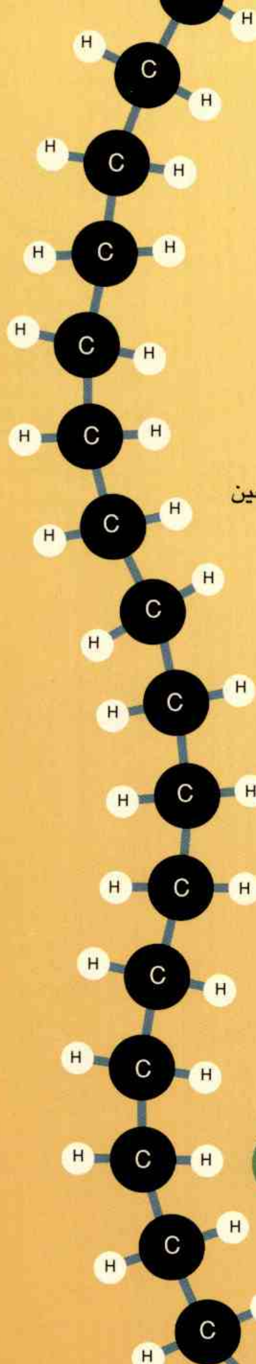
ارتباطات الانترنت

- موقع مذهل وسهل التصفح يتناول جوانب عدّة من النفط الخام. إن النقر على "What is crude Oil?" طريقة جيدة لبدء جولتك.
  www.chevroncars.com/know/index.html
- قم بزيارة هذين الموقعين لقراءة الكثير عن تكرير النفط الخام وتقطيره
  www3.cems.umn.edu/orgs/aiche/archive/history/h_refine.html
  www3.cems.umn.edu/orgs/aiche/archive/history/h_distill.html
- انقر على "medorw oil deposits are fHo" و"Hydrocarbons" و"kingacCr" للحصول على الكثير من المعلومات بشأن هذه المواضيع.
  members.aol.com/ChangChem3/CALbasicO1.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*ألكانات، 96؛ حفاز، 79.

البوليمرات واللدائن



البوليمرات أو المتماثرات موادٌ تتألف من عدّة جزيئات صغيرة متصلة معاً لتكوين سلاسل طويلة.

والأنسجة الاصطناعية، مثل النايلون، هي بوليمرات مصنوعة من مواد كيميائية موجودة في النفط الخام. وبالإضافة إلى هذه البوليمرات الاصطناعية، هناك بوليمرات طبيعية، كالمطاط والنشاء والصوف والحرير- والشعر الذي على رأسك.

تصنع كرات البلاستيك بسكب البوليمرات المصهورة في قالب. وحين تبرد، يتجمد الشكل المطلوب.

صناعة اللدائن

اللدائن هي عبارة عن بوليمرات اصطناعية سهلة القولبة تصنع من المركبات العضوية الموجودة في النفط الخام. تصنع عدة أنواع من اللدائن، مثل البوليتين والبوليفينيل كلوريد والبولستيرين، باستعمالِ الإيثين الذي ينتمي إلى مجموعة المركبات العضوية المعروفة باسم الألكينات*.

تكون قناني المشروبات المصنوعة من البوليفينيل كلوريد خفيفة ومقاومة للتكسّر.

يمكن تحويل البوليثين إلى صحائف للف الطعام.

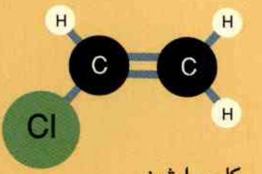
يمكن قولبة البوليتين والبولستيرين لصناعة أشياء مثل الأكواب.

البلمرة (التماثر)

يطلق على عملية وصل الجزيئات معاً لإنتاج بوليمرات اسم **البلمرة**. ويطلق على الجزيئات الصغيرة التي تؤلف البوليمرات اسم **الموحودات** (المونومرات).

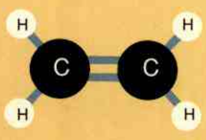
وعلى سبيل المثال، يتم استعمال الحرارة والضغط والحفّازات* لدفع موحودات الإيثين لكي تتفاعل بعضها مع بعض. وللإيثين روابط مزدوجة تنفتح لتنضم إليها ذرّات الكربون وتكوّن سلاسل طويلة هي عبارة عن جزيئات عملاقة من **البوليتين**.

يمكن إعداد أنواع مختلفة من اللدائن بتغيير بعض الذرّات في الموحودات. فعند استبدالِ ذرة الهيدروجين في الإيثين مثلاً بذرة كلور، يتم الحصول على موحودات الكلوروإيثين. وتشكل السلاسل الطويلة منها مادة البوليفينيل كلوريد **(PVC)**.

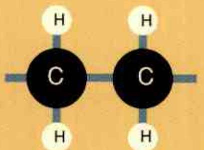


كلوروإيثين

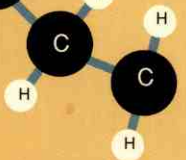
صنع البوليثين



يحتوي كل موحود إيثين (C_2H_4) على ذرّتين من الكربون متصلتين برابطة مزدوجة.



تفتح الرابطة المزدوجة لتشكيل روابط مع موحودات أخرى لتكّون البوليمر.



يحتوي الجزيء العملاق من البوليثين على 20000 ذرّة من الكربون.

البوليفينيل كلوريد خفيف ومتين، ويمكن صبغه بسهولة. وتستفيد أدوات ألعاب الشعوذة من كل هذه المزايا.

تحقّق بنفسك

لصنع بوليمر خاص بك، ضع ملعقة طعام من الماء في كوب مع ملعقة صغيرة من بياض البيض وملعقة صغيرة من صودا الخبز، وامزج الكل جيداً. رشّ ملعقة صغيرة من حمض السيتريك فوق المزيج، وحرّك المزيج جيداً.

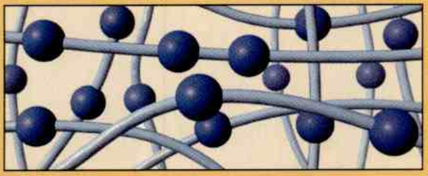
تتفاعل صودا الخبز مع حمض السيتريك، فتتولد فقاعات من غاز ثاني أكسيد الكربون ويصبح المزيج رغوة. عندما يحدث ذلك، تترابط الموحودات (المونومرات) في بياض البيض بعضها مع بعضلتكوين بوليمر.

لا تأكل هذا البوليمر- فقد يزعج معدتك.

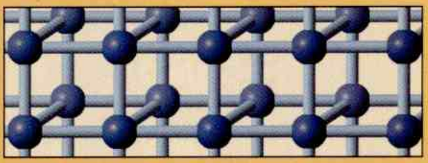
*ألكينات، 97؛ حفازات، 79.

أنواع اللدائن

يمكن توزيع اللدائن إلى مجموعتين. **اللدائن الحرارية** التي يمكن صهرها واستعمالها مجدداً، فيما يمكن صهر **اللدائن الحرارية التصلب** مرة واحدة فقط.



في اللدائن الحرارية، لا تكون سلاسل البوليمر مترابطة معاً.



في اللدائن الحرارية التصلب، تكون البوليمرات مترابطة معاً بثبات.

تكون اللدائن الحرارية مرنة وإنما غير مقاومة للحرارة. والبوليثين والبولستيرين والنايلون وأقمشة البوليستر هي جميعها من اللدائن الحرارية. يشيع كثيراً إعادة تدوير هذه الأنواع من اللدائن.

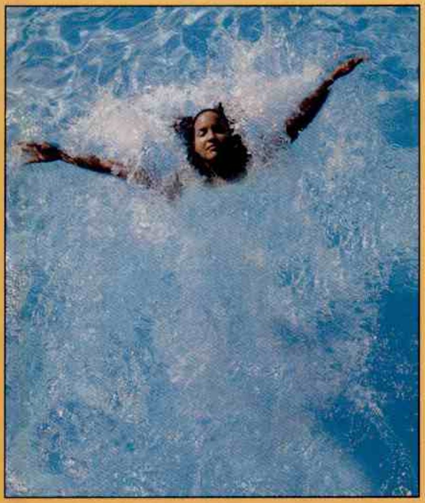
يمكن صناعة خيوط ألياف الثياب من اللدائن الحرارية التي أعيدت معالجتها.

أما اللدائن الحرارية التصلب فتمتاز بتركيبة جاسئة، وهي صلدة مقاومة للحرارة. والميلامين الذي تصنع منه الأكواب والأطباق وأسطح عمل المطبخ هو من اللدائن الحرارية التصلب.

تصنع الأغطية الواقية للمعدات الكهربائية، مثل هذا المثقاب، غالباً من اللدائن الحرارية المعززة بألياف زجاجية. وهي قوية وخفيفة ولا توصل الكهرباء.

الألياف الاصطناعية

تستخدم بعض اللدائن لصناعة الألياف. فالنايلون والبوليستر والأكريليك هي ثلاثة أنواع مختلفة من اللدائن تستعمل في صناعة الألياف. ويمكن غزلها وحياكتها، غالباً مع ألياف طبيعية مثل الصوف والقطن، وذلك من أجل صناعة الثياب والسجّاد والحبالِ والأقمشة القوية للأشرعة والمظلات.



يتألف ثوب السباحة من ليف اصطناعي مرن، قوي وخفيف الوزن. وهذه المادة لا تحبس في داخلها الماء وبالتالي لا تصبح ثقيلة حين تتبلل.

الألياف الاصطناعية أقوى وأخف من الألياف الطبيعية مثل الصوف والقطن. ويمكن تسحيبها لصنع خيوط طويلة جداً، على عكس معظم الألياف الطبيعية التي يتوجب غزلها للحصول على خيوط طويلة.

تبين هذه الصورة منظر مجهري لألياف النايلون في جورب. والنايلون هو بلاستيك مصنوع بواسطة تفاعل حموض الكربوكسيليك والأمين.

البوليمرات الطبيعية

ليست كل البوليمرات اصطناعية. فقبل اختراع اللدائن، كانت البوليمرات الطبيعية، كالصوف وألياف النباتات (مثل القطن وليف القنّب)، تستخدم للحياكة. وتتألف البوليمرات الطبيعية مثل اللدائن، من سلاسل جزيئات بسيطة. كما أن البروتينات الموجودة في جسمك هي أيضاً بوليمرات طبيعية.

يتألف المطاط من بوليمر طبيعي اسمه **اللثي (لاتكس)**، وهو سائل لبني ينزّ من لحاء أشجار المطاط. تجري تقوية المطاط عن طريق تسخينه مع الكبريت. يطلق عليه عندئذ اسم **المطاط المطبوخ (المفلكن)** ويستخدم أساساً في صناعة الإطارات.

اللثي هو بوليمر طبيعي تنتجه أشجار المطاط. يجمع في أوعية تثبت على جوانب الأشجار. ويستخدم في صناعة مواد متينة وصامدة للماء مثل الجزمات الطويلة.

ارتباطات الانترنت

- تعلم كل شيء عن البوليمرات الطبيعية والاصطناعية. ameriplas.org/apcorg/classroom/Polymers/index.html
- الكثير من المعلومات الرائعة بشأن البوليمرات. www.psrc.usm.edu/macrog/index.htm
- مدخل إلى اللدائن والبوليمرات. www.handsonplastics.com/intro_to_plastics/students.html
- مدخل إلى البوليمرات مزود برسوم متحركة. abalone.cwru.edu/tutorial/enhaced/files/polymers/Intro.htm
- اعرف كل شيء عن مادة الكيفلار الفائقة القوة، أو المادة العجيبة. www.lbl.gov/MicroWorlds/Kevlar/
- الكثير من الحقائق عن البوليفينيل كلوريد، المعروف أيضاً بالفينيل. www/vinylinfo.org/materialvinyl/material.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

استعمال اللدائن

يمكن القول إن اللدائن مواد متعددة الاستعمالات. فقد جرى تطويرها بحيث باتت تستخدم الآن في صناعة كافة أنواع الأجهزة والألعاب والأدوات والهدايا. في ما يلي بعض الأمثلة على اللدائن الشائعة، فضلاً عن أمثلة حول كيفية استعمالها.

اللدائن غير موصِّلة للكهرباء، ولذلك تستعمل بمثابة غطاء واقٍ للأشياء الموصِّلة، مثل كابلات الكمبيوتر.

اللدائن الأولى

صنعت اللدائن الأولى قبل نحو 150 عاماً. وبعد التجارب الأولية، جرى تطوير السلولويد ومن ثم الباكليت. وفي بداية القرن العشرين، جرى استخدام الباكليت في صناعة معدات مثل أجهزة الراديو والهاتف.

ويما أن الباكليت ثقيل، فقد جرى تطوير لدائن أخف وزناً لتحل مكانه.

يمتاز هذا الهاتف المحمول بغطاء خفيف الوزن مصنوع من البوليبروبين.

هاتف مصنوع من الباكليت يعود إلى الثلاثينيات من القرن العشرين.

البوليثين

صنع البوليثين للمرة الأولى في الثلاثينيات من القرن العشرين.

ويمكن استخدامه في صناعة كثير من الأشياء المختلفة، من الدلاء المتينة إلى الأكياس الخفيفة الوزن.

البوليثين مادة جيدة للمنتجات اليومية إذ تسهل قولبته ولا ينكسر في حال سقوطه على الأرض.

البوليثين صامد للماء، وهو بالتالي جيد لقولبة ألعاب الحمّام مثل هذه البطات.

هذه البطات المصنوعة من البوليثين آمنة للأولاد. لكن هناك بعض أنواع البلاستيك التي لم تستخدم أبداً في الألعاب لأنها قد تطلق مواد كيميائية سامة عند مضغها.

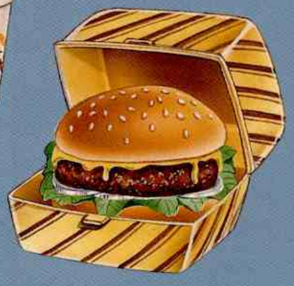
تحقّق بنفسك

تحتوي معظم المنتجات على أجزاء لدائنية، أو على البلاستيك في التوضيب. انظر من حولك الآن. سوف تشاهد على الأرجح أنواعاً مختلفة من اللدائن.

البوليستيرين

البوليستيرين هو مادة لدائنية متينة. يمكن تحويله إلى رغوة خفيفة الوزن تشكل عازلاً ممتازاً. كما يستخدم في توضيب الطعام والأجهزة القابلة للكسر.

كوب من البوليستيرين


التوضيب بمادة البوليستيرين يحفظ الطعام ساخناً.

المواد المركّبة

يمكن جمع العديد من اللدائن الحديثة للحصول على مواد أكثر قوة اسمها **المواد المركّبة**. تستخدم هذه المواد في مكوّنات المركبات الفضائية والطائرات والسيّارات واللوازم الرياضية لأنها أكثر قوة وأخف وزناً من المواد التقليدية.

تكون الأشرعة المصنوعة من ليف لدائني اسمه مايلار Mylar فائقة القوة وخفيفة الوزن.

تصنع ألواح ركوب الأمواج من اللدائن المعززة بالكربون أو الألياف الاصطناعية.

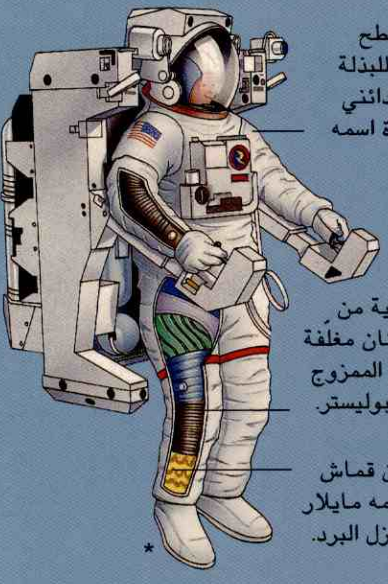
تستخدم هذه المركبة العاملة من بعد للتصوير تحت الماء وجمع العيّنات. وهي مصنوعة من اللدائن التي لا تتآكل.

غطاء من البوليفينيل كلوريد الشفاف والمقاوم للتكسّر لحماية كاميرا الفيديو.

اللدائن في الفضاء

منذ أن بدأ استكشاف الفضاء في خمسينيات القرن العشرين، جرى الكثير من الأبحاث للعثور على أقمشة جديدة، متينة وخفيفة الوزن، لحماية روّاد الفضاء. وقد أدّى ذلك إلى اختراع لدائن جديدة، مثل تلك المذكورة أدناه.

تحتوي بذلات الفضاء على ثماني أو تسع طبقات من الأقمشة اللدائنية التي تستطيع مقاومة أقصى درجات البرد والحرّ.


يصنع السطح الخارجي للبذلة من ليف لدائني فائق القوة اسمه كيفلار.

بذلة داخلية من البوليوريثان مغلّفة بالنايلون الممزوج بألياف البوليستر.

طبقات من قماش لدائني اسمه مايلار Mylar يعزل البرد.

*

وقاية اللدائن

يمكن أن تكون اللدائن قوية بشكل كاف لمقاومة الصدمات وخفيفة بشكل كاف للاستعمال، ما يجعلها مثالية لغطاء الرأس الوقائي.

تُصنع خُوذة كرة القدم الأميركية من البوليكربونات.

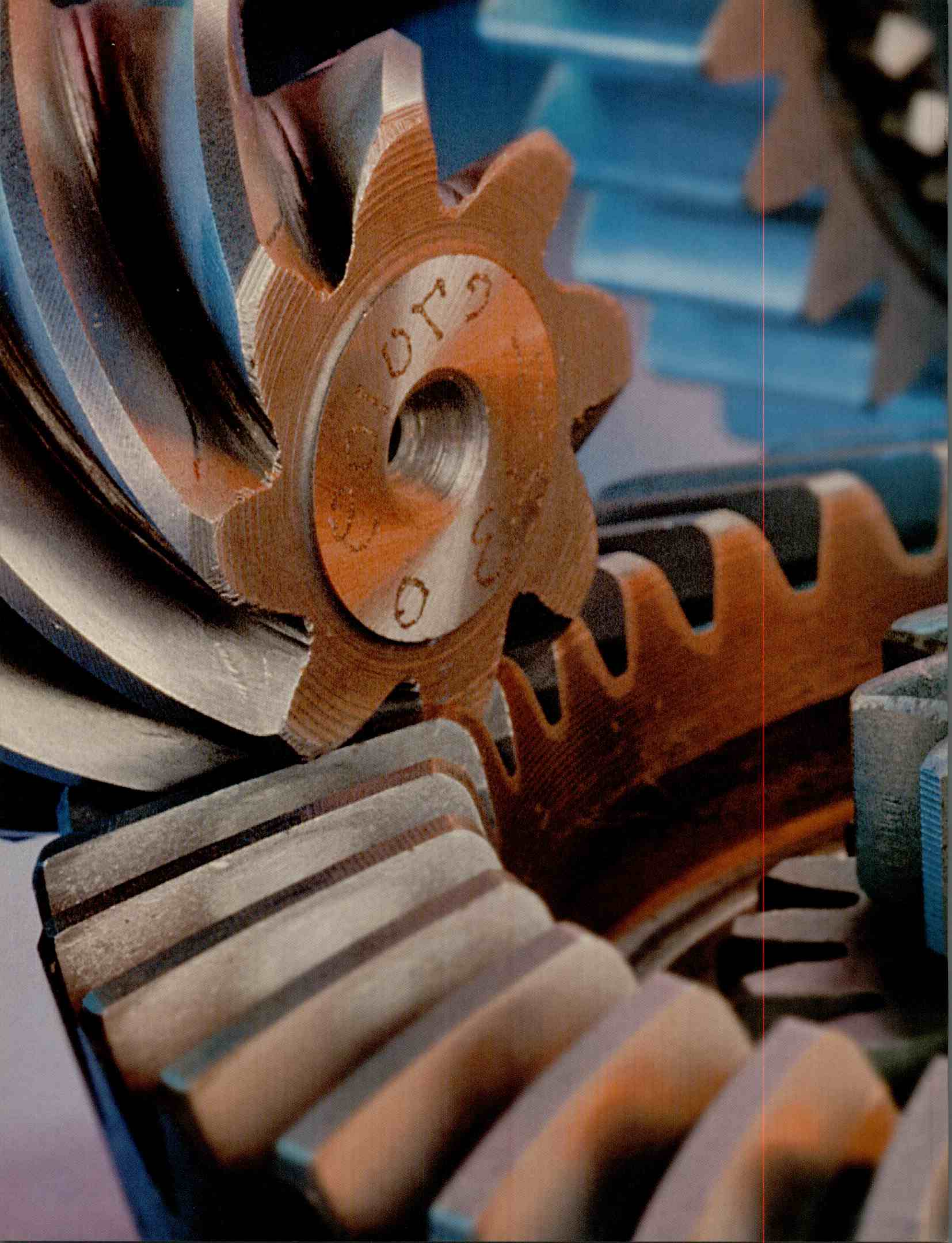
يكون قناع الوجه الفولاذي مغطى بالبوليفينيل.

تُصنع خوذ سائقي سيارات السباق من لدائن حرارية التصلب معززة بمادة الكيفلار. أما القفازات فتصنع من مادة لدائنية مقاومة للنار اسمها نوميكس xNome.

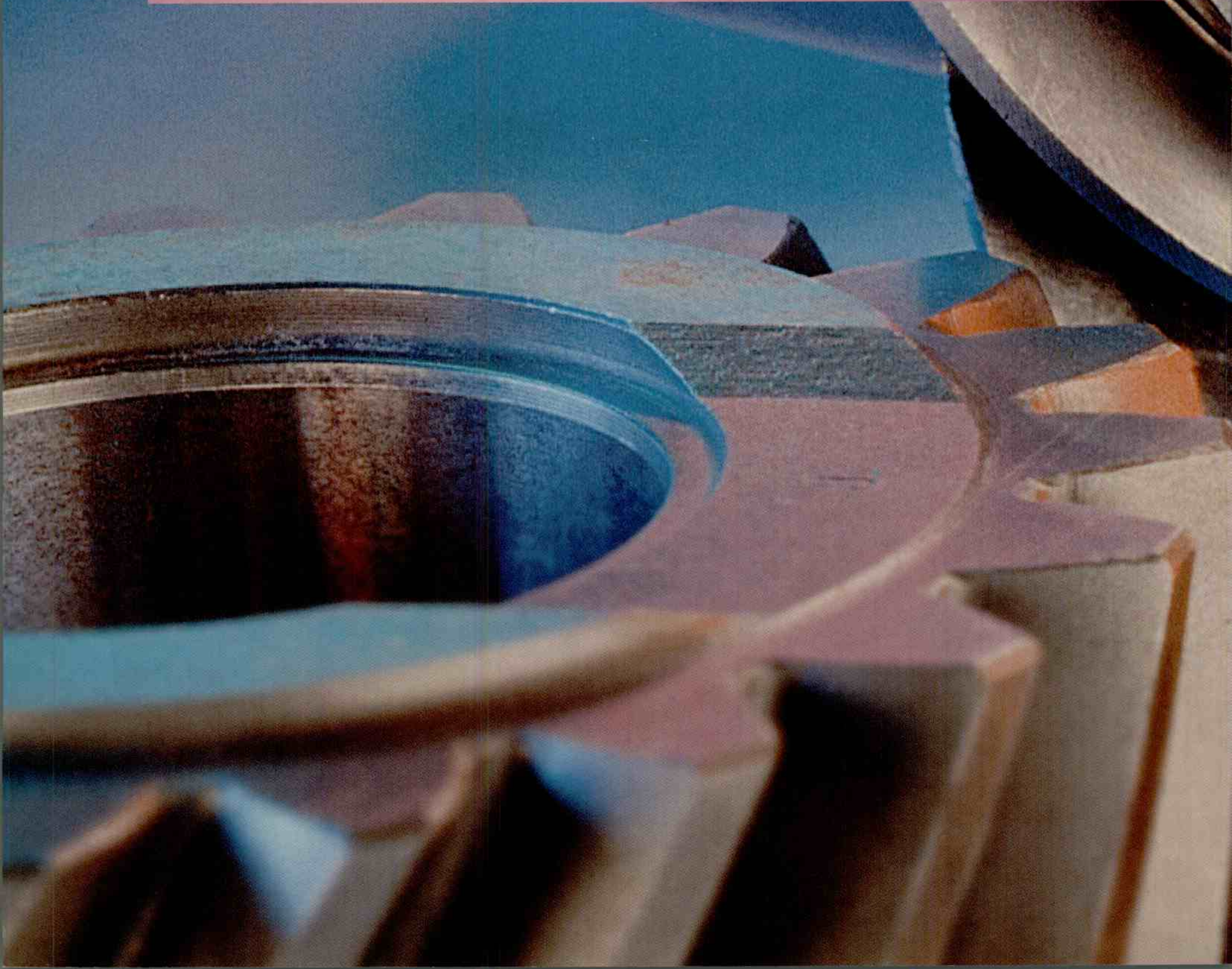
ارتباطات الانترنت

- قم بهذه الجولة في الشبكة وتعرف إلى دورة حياة المنتجات اللدائنية.
  www.plasticsresource.com/disposal/life_cycle_feature/index.html
- شارك في هذه اللعبة لمعرفة كيفية تحويل المواد المختلفة، بما في ذلك اللدائن، إلى أشياء مفيدة.
  www.nmsi.ac.uk/on-line/challenge/making/makquiz.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

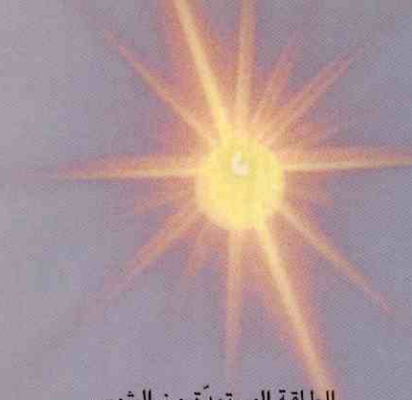


الطاقة والقوى والحركة



الطاقة

لولا الطاقة لما عاش شيء أو نما، ولما كان هناك حركة أو ضوء أو حرارة أو ضوضاء. يمكن أن تتّخذ الطاقةُ أشكالاً متعدّدة: فالحرارة والضوء والصوت هي أشكال مختلفة للطاقة. والطاقة لازمة لحدوث أي شيء، وكلما حدث شيء تحوّلت الطاقة من شكل إلى آخر.



الطاقة المستمدّة من الشمس تساوي تقريباً الطاقة التي تنتجها مليون مليون مليون محطة كبيرة لتوليد الطاقة.

أشكال الطاقة

يُمكن أن توجد الطاقة بأشكالٍ مختلفة، والأشكال المختلفة تحدث أشياء مختلفة. وهناك أشكالٌ أخرى للطاقة، فضلاً عن الحرارة والضوء والصوت، مثل الطاقة الكيميائية والطاقة الحركيّة والطاقة الكامنة.

الطاقة الكيميائية هي الطاقة التي تُطلَق أثناء التفاعلات الكيميائية. البطاريّات والغذاء والوقود، مثل الفحم والنفط والبنزين، هي مخازن للطاقة الكيميائية.

الطاقة الكامنة هي الطاقة التي يمتلكها جسمٌ ما لأنه في موضعٍ خاضعٍ لتأثير قوّة ما، مثل المغنطيسية* أو الجاذبية*. وللأجسام التي يمكن أن تُمدّد أو تسحق، مثل أشرطة المغيط والنوابض، **طاقة كامنة مطّاطة** أو **طاقة انفعالية**.

كلما ازداد ارتفاع المطرقة، عظمت طاقتها الكامنة.

الطاقة المستخدمة لتحريك هذه المطرقة تأتي من الغذاء المأكول والمخزون في جسم مستعمل المطرقة. تطلق الطاقة الكيميائية من الغذاء نتيجة حدوث تفاعلات في خلايا الجسم.

الأجسام المتحرّكة تمتلك **طاقة حركيّة**. وكلما ازدادت سرعة شيء ما، ازدادت طاقته الحركية. وعندما يتباطأ، يفقد الطاقة الحركية.

تنقل المطرقة المتحرّكة طاقة حركيّة إلى المسمار الذي يتحرّك فينغرز داخل الخشب.

* جاذبية، 130؛ مغنطيسية، 232.

حفظ الطاقة

ينصّ قانون حفظ الطاقة على أن الطاقة لا يمكن أن تُخلَق أو تفنى. فكلّما حدث شيء تتحوّل الطاقة إلى شكل مختلف. وهذا ما يحدث مثلاً عندما تستخدم النباتات الطاقة المستمدّة من ضوء الشمس لصنع الغذاء، وعندما تأكل الحيوانات النباتات.

مثال على الطاقة

1. تستخدم النباتات الطاقة المستمدّة من ضوء الشمس لصنع الغذاء.

2. تخزن النباتات الغذاء كطاقة كيميائيّة.

3. يتغذّى طائر الطنّان بالنباتات. تتحوّل الطاقة الكيميائية إلى طاقة حركيّة وإلى بعض الطاقة الحرارية عندما يتحرّك الطائر.

تتغير الطاقة الكيميائية في البطاريات إلى طاقة كهربائية في المصباح.*

تتغيّر الطاقة الكهربائية إلى ضوء وطاقة حرارية في لمبة المصباح.

سلاسل الطاقة

سلسلة الطاقة طريقة لعرض كيفيّة تحوّل الطاقة من شكل إلى شكل آخر. تبيّن الصور المعروضة على اليسار التغيّرات التي تشهدها الطاقة في محطة لتوليد الكهرباء، حيث تتحوّل الطاقة الكيميائية الموجودة في الفحم إلى طاقة كهربائية.

محطة طاقة تعمل بالفحم

الحرارة والضوء هما الشكلان النهائيّان في معظم سلاسل الطاقة. وهذه الطاقة لا تفقد أيضاً، بل تنتشر في البيئة ومن الصعب جدًّا تسخيرها في أي هدف مفيد.

حفظ الطاقة في محطة لتوليد الكهرباء.

الفحم هو البقايا المتحجّرة للنباتات التي كانت نامية منذ أمدٍ بعيد. وهو مخزن كيميائي للطاقة المستمدّة أصلاً من الشمس.

عندما يُحرق الفحم، تتحوّل الطاقة الكيميائية إلى طاقة حرارية تستخدم لتسخين الماء وتحويله إلى بخار.

يدير البخار التوربينات* فتنتج طاقة حركيّة.

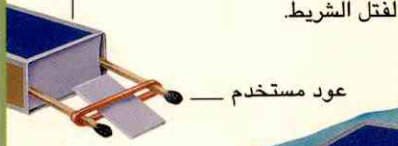
تتحوّل الطاقة الحركيّة إلى طاقة كهربائية في جهاز يدعى **المولد**.

تحوّل الأجهزة الكهربائية المنزلية، مثل اللمبات والتلفزيونات والسخّانات والأجهزة الصوتية، الطاقة الكهربائية إلى ضوء وحرارة وصوت.*

تحقّق بنفسك

في قارب علبة الثقاب المزوّد بعجلة تجذيف، تتحوّل الطاقة الكامنة المخزونة في المغيّط المفتول إلى طاقة حركيّة تدفع القارب إلى الأمام.

1. ضع قطعة كرتون داخل شريط مغيّط ولفّها لفتل الشريط.



2. دع القارب يطفو على الماء.

ارتباطات الانترنت

- انقر على فروع شجرة الطاقة لتتعرّف على مصادر طاقة الأرض.
www.oneworld .org/energy/etree.html
- معلومات وتجارب وأسئلة عن الطاقة والقدرة.
ippex.ppl.gov/ippex/module_2
- شروح للمصطلحات ذات الصلة بالطاقة
library.thinkquest.org/3659/energy
- مزيد عن الطاقة، بشكل مبسّط
www.kapili.com/physics4kids/motion/energy.html
- شروح متقدّمة لمصطلحات تتعلّق بالطاقة مع معادلات ذات صلة.
library.thinkquest.org/16600/intermediate/energy.shtml

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

* توربينات،147.

مصادر الطاقة

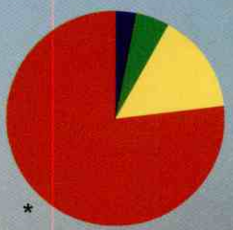
تستخدم الطاقة لتدفئة المنازل وإنارتها وطهي الطعام وتوفير القدرة للمصانع والسيّارات. ويمكن الحصول على هذه الطاقة بحرق الوقود أو بتسخير قدرة الريح أو الشمس أو المياه المتحرّكة مثلاً.

نصف سكّان العالم تقريباً يحرقون الخشب أو الرَّوْث أو الفحم الخشبي لتوفير الطاقة اللازمة للطهي والتدفئة.

الخشب والفحم والنفط والغاز الطبيعي تسمّى **وُقداً غير متجدّدة** لأنها تستخدم مرّة واحدة فقط. وتسمّى مصادر الطاقة الأخرى، مثل الشمس والريح والماء، **مصادر طاقة متجدّدة** لأنها تولد الطاقة دون أن تُستهلك هي نفسها.

استخدام الطاقة

يبيّن المخطط الدائري أدناه النسب المئوية لمصادر الطاقة المختلفة المستخدمة لإمداد المنازل والمصانع بالكهرباء.



يستخدم التوربين الهوائي طاقة الريح لتوفير الطاقة. تتحوّل الحركة الدائرية للشفرات الضخمة إلى كهرباء في مولِّد موضوع في صندوق خلف الشفرات.

الوَقود الأحفوري

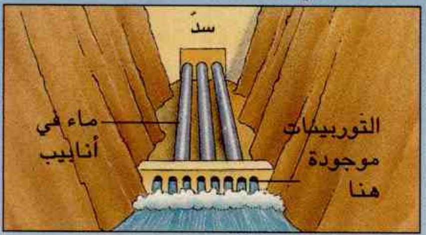
هنا يمكنك أن ترى البقايا المتحجّرة لنبتة من عصور ما قبل التاريخ في كتلة فحم.

يسمّى الفحم والنفط والغاز الطبيعي **وُقداً أحفوريّة** لأنها تتكوّن من البقايا الأحفورية للنباتات أو الحيوانات. يُستمدّ ما يزيد على 20% من الطاقة في العالم من الفحم. وعندما تحرق الوُقد الأحفورية فإنها تُطلق ثاني أكسيد الكربون وغازات أخرى إلى الهواء، وهي الغازات المسؤولة بشكل جزئيّ عن المطر الحمضي* ومفعول الدفيئة*.

الطاقة المتجدّدة

لا يُستمدّ من مصادر الطاقة المتجدّدة سوى 5% من طاقة العالم. تجد أدناه مثالين عليهما، فيما يشرح مصدر آخر، وهو الطاقة الشمسية، في الصفحة المقابلة.

الطاقة المائية



يُطلق الماء المحتجز وراء السدّ عبر الأنابيب. وعندما يتدفّق يدير التوربينات التي تولد الكهرباء. هذه هي الطاقة الكهرمائية.

الغاز الحيوي

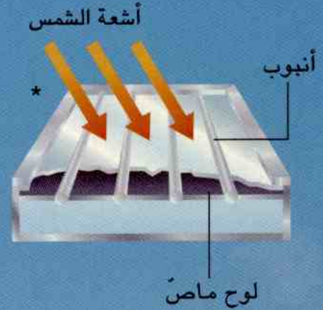
عندما تتعفّن مادة عضوية، مثل فضلات الحيوانات، تنتج غازات قابلة للاحتراق، تُعرف بالغازات الحيوية. إن حرق الغازات الحيويّة يُمكن أن يُنتج حرارة لتدفئة الأبنية وتسخين الماء.

* طاقة نووية 116، مطر حمضي، مفعول الدفيئة 65.

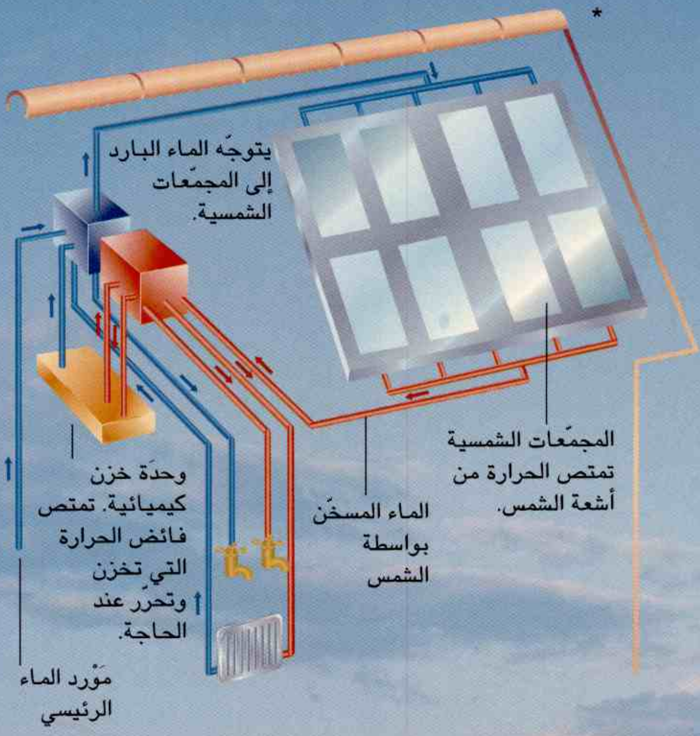
الطاقة الشمسية

تسمّى الطاقة المستمدّة من الشمس **الطاقة الشمسيّة**. وهي تتكوّن من طاقة الضوء والحرارة، وكلاهما يتحرّك على شكل موجات كهرمغنطيسية*. ويمكن استخدامها لإنتاج الكهرباء بواسطة جهاز يسمى خلية شمسية، أو لتسخين الماء باستخدام **مجمّعات شمسية**.

في المجمّع الشمسي، تمتص الحرارة الصادرة عن الشمس بواسطة لوح الامتصاص الأسود الذي يسخّن الماء في الأنابيب.



مخطط مكشوف لسقف ذي نظام تدفئة شمسية. الماء الساخن هو للاستخدام المنزلي، مثل الاستحمام، ولنظام التدفئة المركزي.



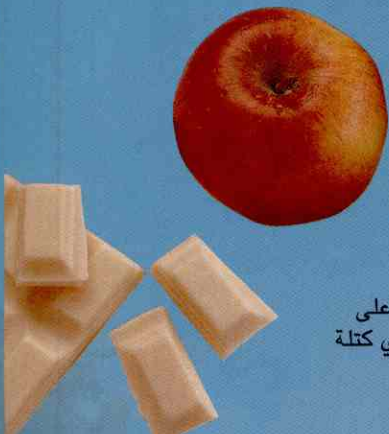
كفاءة الطاقة

تأخذ الآلات شكلاً من أشكال الطاقة، كالكهرباء، وتحوّله إلى شكل آخر. توصف الآلة بأنها كفوءة أو ذات مردود إذا كانت تحوّل معظم الطاقة المستخدَمة لإمدادها بالقدرة إلى الشكل المفيد للطاقة اللازمة.

أنابيب الضوء الفلورية الموفرة للطاقة أكثر كفاءة من مصابيح الضوء العادية لأنها تحوّل طاقة كهربائية أكثر إلى ضوء وتهدر القليل كحرارة.

قياس الطاقة

تُقاس الطاقة باستخدام وحدات **الجول (J)**. ويساوي الألف جول **كيلوجول (kJ)**. يزوّدك الطعام الذي تأكله بمقادير متفاوتة من الطاقة.



تحتوي التفاحة ذات الحجم العادي (100 غ) على 150 كيلوجول من الطاقة الكيميائية. وتحتوي كتلة مماثلة من الشوكولا على 2335 كيلوجول.

القدرة هي الطاقة المستخدمة في وقت محدّد وتقاس بوحدات **الواط (W)**. يساوي الواط الواحد جولاً واحداً في الثانية. وكلما ازدادت الطاقة التي تنتجها آلة في فترة معيّنة من الزمن، ازدادت قدرتها.

مصباح الضوء 60 واط يستهلك 60 جولاً من الطاقة كل ثانية. أما مصباح 100 واط فيستهلك 100 جول كل ثانية وينتج حرارة وطاقة ضوئية أكثر.

تحقّق بنفسك

يمكنك أن ترى في يوم حار كيف تسخّن طاقة الشمس الأشياء. لفّ خرطوم مياه الحديقة معرّضاً أكبر قدر منه إلى ضوء الشمس. أوصله بصنبور الماء وافتح الصنبور ليخرج الماء من الخرطوم. اغلق الصنبور وسدّ طرف الخرطوم بفلّينة، واتركه في الشمس نحو ساعة.

عندما تعود إلى الخرطوم، انزع السدادة وتحسّس دفء الماء الخارج منه. لقد امتصّ الخرطوم طاقة الشمس فسخّن الماء بداخله.

ارتباطات الانترنت

- موقع وب غنيّ بالمعلومات عن الطاقة المتجدّدة تابع لوزارة التجارة والصناعة البريطانية. يضم مسابقة. www.dti.gov.uk/renewable/ed_pack/
- البحث عن الطاقة في موقع وب لجنة طاقة كاليفورنيا، يقدم معلومات مفيدة ونشاطات مسلية متعلقة بالطاقة. www.energy.ca.gov/education/
- في موقع الوب amilyAtoms F، قم بزيارة "The Mummy's Tomb" و"The Wolf Man's ghostly Graveyard" للحصول على معلومات عن الطاقة والوقود www.miamisci.org/af/sln
- معلومات عن مصادر الطاقة المتجدّدة وغير المتجدّدة. www.eia.doe.gov/kids
- في موقع وب Center for Alternative Energy انقر الارتباط "Online Tour" لرؤية كل مصادر الطاقة المتجدّدة www2.cat.org.uk/cat/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

* موجات كهرمغنطيسية، 212.

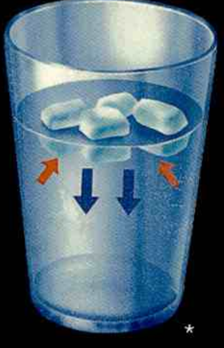
الحـرارة

الحرارة شكلٌ من أشكال الطاقة تسري من مكانٍ إلى آخر بسبب اختلاف درجة الحرارة. ودرجة **الحرارة** هي مقياس لمقدار سخونة شيء ما.

الطاقة الحرارية

عندما تمتصّ مادّة ما الحرارة، تزداد **طاقتها الداخلية**. وتتكوّن الطاقة الداخلية من نوعين من الطاقة. أولاً، هناك الطاقة الحركيّة* للجُسَيْمات أثناء تحرّكها في المادة. وثانياً، هناك الطاقة الكامنة* للجسيمات الجاهزة للاستخدام.

تنتقل الطاقة الحرارية من الأجسام الحارّة الى الأجسام الباردة وتستمر بالانتقال الى أن تتساوى درجة حرارتها. على سبيل المثال، يفقد الماء الذي يحتوي على ثلج طاقة حرارية تنتقل الى الثلج، الذي يكتسب طاقة حرارية. وفي نهاية الأمر، تصل جميع جزيئات الماء (من الماء والثلج) إلى درجة الحرارة نفسها.



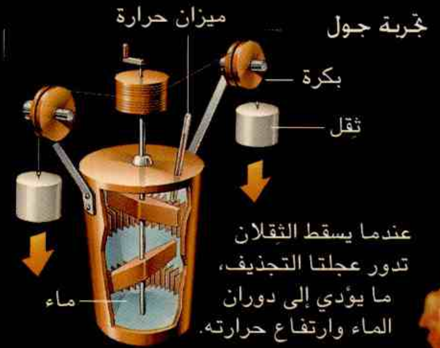
ثلج في الماء

تكوّن هذا النهر متوهّج الحرارة من الصخور السائلة عندما امتصّت الصخور في باطن الأرض كثيرا من الحرارة أدت إلى انصهارها.

قياس الطاقة الحرارية

على غرار كل أشكال الطاقة، تُقاس الحرارة **بالجول (J)** نسبة إلى العالم الإنكليزي جيمس جول (1818-1889). فقد كان أوّل من لاحظ أن الحرارة شكل من أشكال الطاقة. وباستخدام جهاز كذلك المبيّن أدناه، أظهر جول كيف أن الطاقة الكامنة* التي يفقدها الثقلان الساقطان يكسبها الماء على شكل طاقة حرارية، إذ ترتفع درجة حرارته.

تجربة جول



عندما يسقط الثِقلان تدور عجلتا التجذيف، ما يؤدي إلى دوران الماء وارتفاع حرارته.

يلزم 4200 جول لرفع درجة حرارة 1 كلغ من الماء الصافي 1°م.

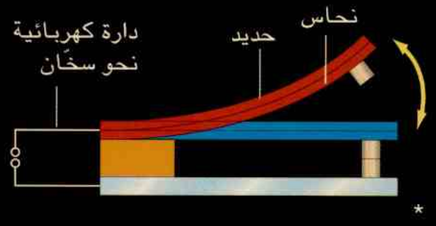
الحرارة والتمدّد

تتمدّد معظم المواد عندما تُسخّن، لأن جُسَيْماتها تدفع بعضها إلى التباعد عن بعض عندما تتذبذب بعنف. وتتمدّد الغازات والسوائل أكثر من الجوامد لأن تمتلك طاقةً أكبر على الفِكاك من القوى التي تجمعها بعضها مع بعض (انظر النظرية الحركيّة، صفحة 16).

تتمدّد الجوامد المختلفة بمعدّلات مختلفة. ويمكن رؤية ذلك في الشريحة **ثنائية المعدن**، وهي شريحة من النحاس والحديد المثبتيْن معا بقوّة. عندما يُسخّن النحاس يتمدّد أكثر من تمدّد الحديد، لذا تلتوي الشريحة.

تُستخدم الشرائح ثنائية المعدن في **منظِمات الحرارة**، وهي أجهزة تفتح دائرة كهربائية أو تغلقها استجابة للتغيّر في درجة الحرارة.

شريحة ثنائية المعدن في منظّم للحرارة



تحقّق بنفسك

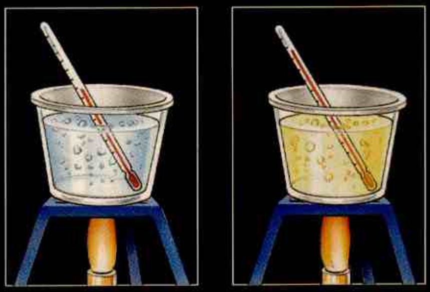
خذ وِعاء فيه بازيلا أو فاصوليا مجففة ورجّه بلطف. تتذبذب محتويات الوعاء لكنها تبقى في أماكنها نفسها تقريباً. هذا ما يحدث لجُسَيْمات جسم جامد عندما تسخَن قليلاً.

* طاقة حركية، طاقة كامنة، 106.

السعة الحرارية

إذا وضعتَ مقدار الحرارة نفسه في مادتيْن مختلفتين، تتغيّر درجة حرارتهما بمقدارين مختلفين. ويقال إن للمادّتَيْن سعتين حراريّتين (أو **حرارة نوعيّة**) مختلفتان.

للزيت والماء مثلا حرارتان نوعيّتان مختلفتان.



المقدار نفسه من الحرارة يجعل الزيت أكثر سخونة من الماء.

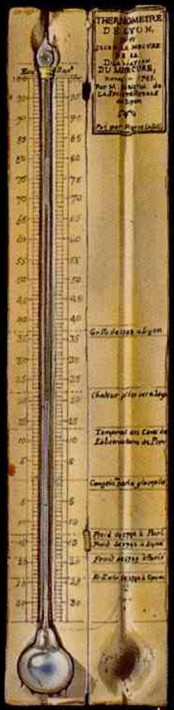
إن اختلاف السعتين الحراريتين للبرّ والبحر يسبّب نسيم البرّ ونسيم البحر. في النهار تسخُن الأرض بسرعةٍ أكبر من البحر، فيرتفع الهواء الدافىء فوق البرّ ويهبّ الهواء الأبرد من البحر.

تتطوّر أنماط من الرياح الساحلية كهذه أثناء نوبات الطقس الحار.

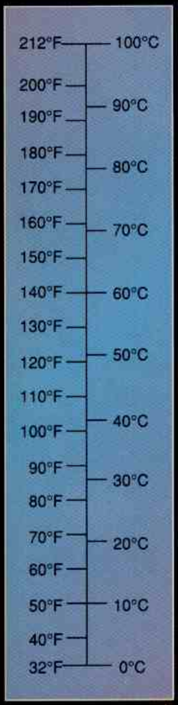
* مقاومة، 236.

يُمكن قياس درجة الحرارة بدرجات سلسيوس (°م) أو فرنهايت (°ف)، أو بسلّم درجات الحرارة المطلقة.

لسلّم سلسيوس نقطتان ثابتتان: نقطة الجليد(0°م) ونقطة البخارِ (100°م). وتمثّل كل درجة جزءاً بالمئة من الفارق بين هاتين النقطتين.



محرار سلسيوس قديم*



سلّما سلسيوس وفرنهايت*

وفي **سلّم فرنهايت**، تُعطى القيمتان 32°ف و212°ف لنقطتي الجليد والبخار. ويوجد 180 درجة بينهما.

يُقدّر سلّم درجة الحرارة المطلقة بوحدات تدعى **كلفن (K)**، وهي مساوية لدرجات سلسيوس. يبدأ السلم عند نقطة تدعى **الصفر المطلق** (صفر ك) وتساوي -273°م. وهذه هي درجة الحرارة التي لا يمكن عندها إزالة مزيد من الطاقة من المادة.

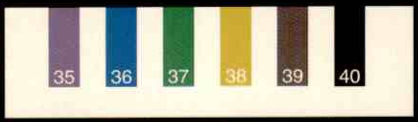
مقاييس الحرارة

المِحرار جهاز يقيسُ درجات الحرارة. وقد يحتوي على سائل يتمدّد عند تسخينه، أو سلكاً تتغيّر مقاومته* للتيار الكهربائي إذا تغيّرت درجة حرارته.

مقاييس الحرارة السائلة الزجاجية تحتوي على الزئبق، وتحتوي على الكحول لدرجات الحرارة المتدنية جداً.

يحول التخصّر دون عودة السائل إلى البصلة قبل أخذ القراءة.

مقاييس الحرارة الدنيا والقصوى تحتوي على مؤشّرات تسجّل أقصى درجات الحرارة المسجلة وأدناها.



مقاييس الحرارة بالبلورات السائلة تحتوي على بلورات سائلة يتغيّر لونها عندما تسخن.

مقاييس الحرارة الرقمية تحتوي على مكوّن إلكتروني حسّاس للحرارة. وهي تعرض درجة الحرارة على عارض رقمي.

ارتباطات الانترنت

- شرح مصطلحات تتعلّق بالحرارة www.kapili.com/physics4kids/thermo/index.html
- مقالات غنيّة بالمعلومات عن درجة الحرارة www.unidata.ucar.edu/staff/blynds/tmp.html
- مشاهدة فيلم عن الحرارة www.brainpop.com/science/energyandheat/heat/index.weml
- كيف تعمل مقاييس الحرارة المختلفة www.howstuffworks.com/therm.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

انتقال الحرارة

تنتقل الحرارة من مكان إلى آخر بالحمل والتوصيل والإشعاع.

تسلك الطائرة الشراعية مساراً حلزونياً إلى أعلى.

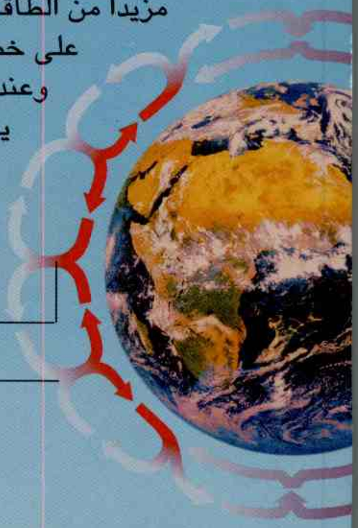
ترفع تيارات الحمل الطائرة الشراعية في الجوّ.

الحمل

الحمل هو الطريقة الرئيسية لانتقال الطاقة الحرارية في السوائل والغازات. عندما يسخّن سائل أو غاز، يتمدّد القسم الأقرب إلى مصدر الحرارة ويصبح أقل كثافة*، فيرتفع. ويهبط القسم الأبرد والأكثر كثافة. تسمّى مثل هذه الحركات في السوائل والغازات **تيّارات الحمل**.

تبقى الثلاّجات باردة بسبب تيّارات الحمل. يهبط الهواء البارد قرب أعلى الثلاجة فيما يرتفع الهواء الأسخن لكي يتبرّد.

تنشأ الرياح المختلفة حول الأرض بسبب تيّارات الحمل. وتحدث هذه لأن مزيداً من الطاقة الشمسية تسقط على خط الاستواء. وعندما يسخن الهواء يتمدّد ويرتفع فيندفع الهواء الأبرد والأكثف محدثاً رياحاً.



تحمل تيارات الحَمْل غيوماً من الرماد من هذا البركان إلى طبقات الجو العليا.

تحقّق بنفسك

أسقط برفق ريشةً صغيرة أو قطعةً من محرمة ورقية فوق مشعاع ساخن. تحقق من اتجاه انسياب الريشة أو الورقة.

يسخّن المشعاع الهواء فوقه ما يسبّب ارتفاع الهواء وحدوث تيّار حمليّ. إن كانت الريشة أو الورقة خفيفة بالقدر الكافي، فإنها تحمل إلى أعلى مع تيّار الحمل.

* كثافة، 138.

التوصيل

التوصيل هو طريقة انتقال الطاقة الحرارية في الجوامد. ترتفع حرارة الجسيمات الأقرب إلى مصدر الحرارة. تتذبذب هذه الجسيمات وتمرِّر بعض طاقتها ناشرة الحرارة خلال المادة.

لثعلب الصحراء أذنان كبيرتان تساعدانه في الابتراد. تنتقل الحرارة الزائدة من الأذنين إلى الهواء بواسطة التوصيل وتنتشر بواسطة الحمل.

الفلزّات موصِّلات جيّدة لأنها، إلى جانب جُسَيماتها المتذبذبة، تحتوي على إلكترونات* حرّة الحركة. وهذه الإلكترونات تنقل الطاقةَ بسرعة أكبر من الذبذبات وحدها. أما المواد التي توصِّل الحرارة ببطء، مثل الخشب، فتسمى **عوازل**. الهواء عازل جيِّد وكذلك المواد التي تحبس الهواء، مثل الصوف والفرو والريش.

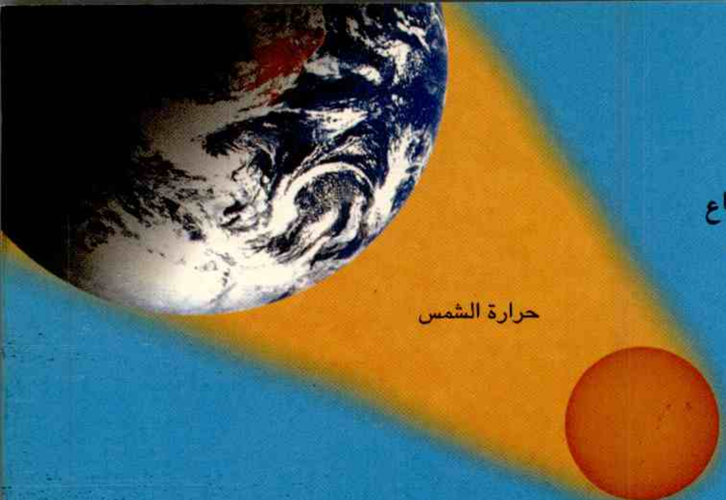
تسخن الفلزّات بسرعة وهي موصِّلة جيدة جدًّا للحرارة.

تنتشر الحرارة بسرعة عبر الجُسَيْمات الفلزية.

يعزلُ الدهن والريش الطيور، مثل البطريق، ما يساعدها في البقاء دافئة.

الإشعاع

يشير انتقال الحرارة **بالإشعاع** إلى الطاقة التي تتحرّك على شكل موجات كهرمغنطيسية*.



تنتقل إشعاعات الشمس بسرعة 300 مليون متر في الثانية، وتستغرق نحو 8 دقائق للوصول إلى الأرض.

لا يتوقّف الإشعاع على حركة الجسيمات، وهو الشكل الوحيد من أشكال الطاقة الذي يستطيع عبور **الخواء** (أي الفضاء الخالي من أي مادة). تؤدي كل أنواع الإشعاع، مثل أشعة الضوء، إلى تسخين الأشياء، لكن **الإشعاع تحت الأحمر** هو النوع الذي يُحدث أعظم ارتفاع في درجات الحرارة.

تُرسِل الشمسُ إشعاعاً تحت الأحمر، وكذلك الأجسام الساخنة، مثل النيران ومصابيح الضوء. تمتصّ الأجسام ذات الألوان الداكنة الإشعاع، فيما تعكسه الأجسام الفاتحة وتبقى باردة.

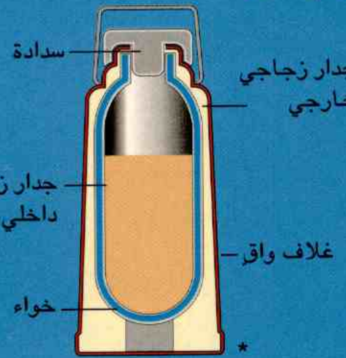
في القارّة القطبية الجنوبية، يعكس الثلج أكثر من 90% من الإشعاع الصادر عن الشمس إلى الجو. ولا يتلقى السطح سوى القليل من الحرارة، لذا يبقى الهواء باردا.

يعكس الثلج إشعاع الشمس.

القوارير الخوائية

القارورة الخوائية وعاء لحفظ السوائل عند درجة حرارة ثابتة. وهو يتكوّن من وعاءين زجاجيين، واحد داخل الآخر، يوجد خواءٌ بينهما. يحُول الخواء دون انتقال الحرارة بالتوصيل أو الحمل (انظر اليمين). وتقلل السطوح اللمّاعة مقدار الحرارة المنقولة بالإشعاع.

قارورة خوائية



ارتباطات الانترنت

- معلومات مفيدة عن درجة الحرارة مع محوّل سلسيوس إلى فرنهايت
  www.omsi.edu/sln/air/science/heat/
- كيف تعمل الثلاجات والقوارير الخوائية
  www.howstuffworks.com/category-around-the-house.htm
- الموجات تحت الحمراء مع صور رائعة في aredInfr yGaller و erseared UnivInfr
  www.ipac.caltech.edu/Outreach/Edu
- معلومات عن العزل
  www.miamisci.org/af/sln/
- صناعة تيارات حملية، لكن احرص على طلب المساعدة من بالغ.
  www.exploratorium.edu/snacks/convection_currents.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

* إلكترونات، 10؛ موجات كهرمغنطيسية، 212.

النشاط الإشعاعي

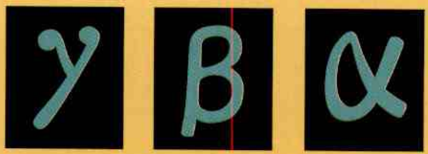
تتكوّن كل المواد من جُسَيْمات تدعى ذرّات. وتحتوي كل ذرّة على **نواة** تتكوّن من **بروتونات ونيوترونات**. وتحمل النوى مقادير كبيرة من الطاقة تدعى **الطاقة النووية**. بعض المواد مشعّة، وذلك يعني أن ذرّاتها تحرّر بعض هذه الطاقة كإشعاع*. يمكن أن يشكل ذلك خطراً على الكائنات الحية، لكنه يمكن أن يستعمل بعدة طرق.

أنواع الإشعاع

عندما تكون المادّة مشعّة، يُقال إنها غير مستقرّة. وتصبح الذرّات مستقرّة بفقدان بعض طاقتها النووية كإشعاع.

يكون نوع الإشعاع الذي تصدره الذرّات **إشعاع ألفا** أو **إشعاع بيتا** أو **غاما**. الإشعاعان الأولان هما دفقٌ من الجسيمات، أما الأخير فيتخذ شكل **أشعة غاما**، وهي شكل شديد القوة من أشكال الموجات الكهرمغنطيسية*.

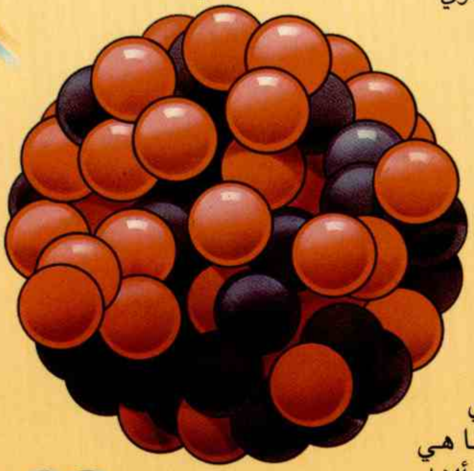
تُستخدم الحروف اليونانية أدناه للإشارة إلى أنواع الإشعاع المختلفة.



ألفا بيتا غاما

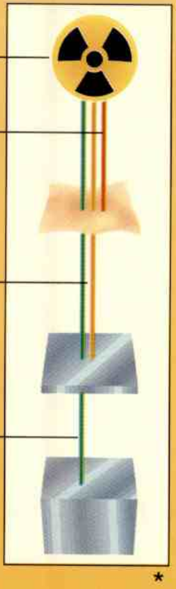
تُطلِق النواة أوّلاً جسيمات ألفا أو بيتا، ثم إشعاع غاما إن كان لديها مزيد من الطاقة.

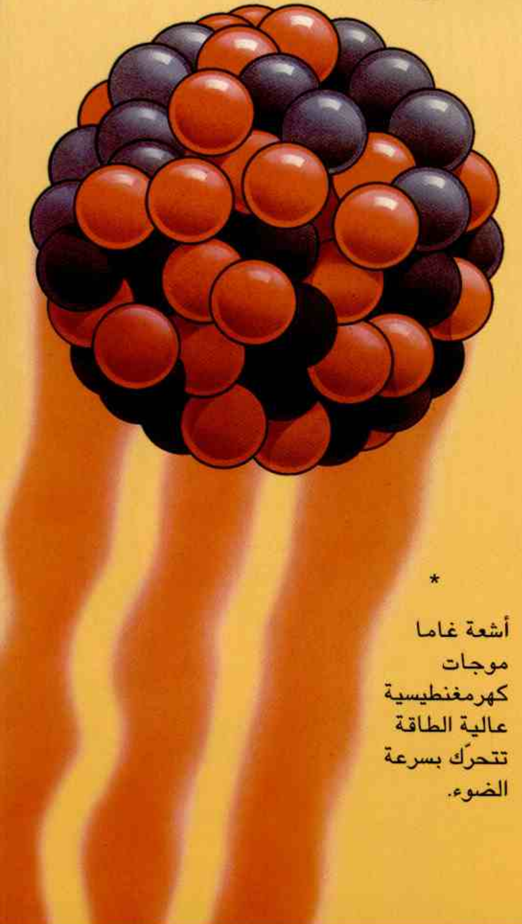
النوى الثلاث المعروضة في هذه الصفحة غيرِ مستقرّة. وتُطلِق كلّ نواةٍ نوعاً مختلفاً من الإشعاع.



تتحرّك جسيمات ألفا ببطء وتُوقِفها أيّ مادة أكثر ثخانة من الورق. وهي مطابقة لنوى ذرات الهليوم، ويعتقد العلماء أن الهليوم ينشأ عن النشاط الإشعاعي الطبيعي في الأرض. وجسيمات بيتا هي أكثر اختراقاً من جسيمات ألفا، ويتحرك كثير منها بسرعة الضوء. أما أشعة غاما فهي الأكثر اختراقاً.

مدى الجسيمات المشعّة





* أشعة غاما موجات كهرمغنطيسية عالية الطاقة تتحرّك بسرعة الضوء.

* إشعاع 113، موجات كهرمغنطيسية، 212.

استخدامات الإشعاعات

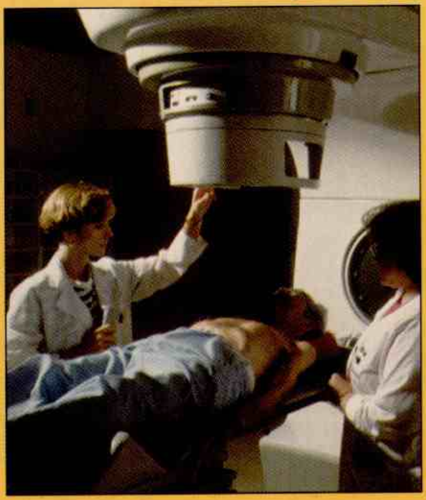
يُستخدم الإشعاع في الصناعة للتحقق من سماكة صحائف الورق والبلاستيك. ويمكن كشف الشواذات الدقيقة بقياس مقدار جُسيمات بيتا التي تخترق الصحيفة. ويمكن معالجة الأطعمة، مثل الفاكهة واللحم، بتشعيعها بأشعة غاما، ما يحفظها طازجة.

لا تزال هذه الفراولة طازجة بعد أسبوعين من معالجتها بالأشعة.

يستخدم الأطِباء في المستشفيات **الاقتفاء المشع** لتتبع مادة في جسم المريض. مثال ذلك، لمعرفة كيفية تعامل جسم المريض مع السكر، يمكن إرفاق بعضِ الكربون - 14 بجزيئات السكر وتعقب الإشعاع الذي يصدره الكربون - 14.

المداواة بالأشعة تَستخدم جرعات من الأشعة متحكّم فيها بعناية لقتل الخلايا السرطانية، وهي خلايا حيّة تنمو بطريقة غير منتظمة.

مريض يخضع للمداواة بالأشعة.



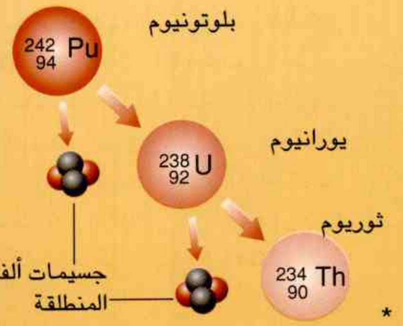
الاضمحلال الإشعاعي

بعد أن تُطلِق النواة الجسيمات، تُصبح نواة عنصر مختلف. يسمّى ذلك **الاضمحلال الإشعاعي**. إنِ كان العنصر الجديد غير مستقر أيضاً، تتواصل عملية الاضمحلال حتى الوصول إلى ذرّات ذات نوى مستقرّة.

مثال ذلك، عندما تطلق المادّة المشعة غير المستقرّة بلوتونيوم–242 جسيمَ ألفا (يتكوَن من بروتونيْن ونيوترونيْن)، تصبح يورانيوم–238. يبيّن الرسم أدناه كيف يضمحلّ البلوتونيوم ليصبح يورانيوم ثم ثوريوم.

الأرقام التي تكتب أمام رمز المادة هي العدد الكتلي (فوق) والعدد الذرّي (تحت). **العدد الكتلي** هو عدد البروتونات والنيوترونات في النواة. أما **العدد الذرّي** فهو عدد البروتونات فحسب.

الاضمحلال الإشعاعي للبلوتونيوم



تُقاس المدّة التي تستغرقها نوى عنصر ما لكيّ تضمحلّ **بالعمر النصفي**. وهو المدة اللازمة لكي تضمحل نصف النَوى في العيّنة. ولكل عنصر عمرٌ نصفيّ مختلف. العمر النصفي للراديوم–221 يساوي 30 ثانية، فيما العمر النصفي لليورانيوم –238 يساوي 000 000 500 4 سنة.

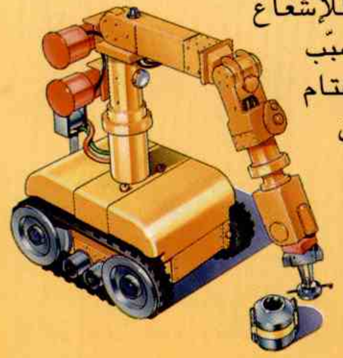
التأريخ بالكربون

التأريخ بالكربون هو طريقة لقياس الزمن الذي مرّ على موت المادة الحيّة. تحتوي كل الكائنات الحيّة على مقدار صغير من الكربون–14 الذي يبلغ عمره النصفي 5700 سنة. عندما تموت الكائنات الحيّة، يضمحل الكربون–14. ويمكن حساب عمر البقايا بقياس مقدار الإشعاع الذي لا يزال يطلق.

بيّن التأريخ بالكربون أن هذه الحشرة حُبست في راتنج العنبر قبل خمسة آلاف عام.

خطر!

تُنقل المواد المشعّة في أوعية سميكة من الرصاص لمنع تسرّب الإشعاع. فالتعرّض للإشعاع يمكن أن يسبّب الحروق وإعتام عدسة العين والسرطان.



يُستخدم الروبوط للتعامل مع المواد المشَعّة الخطرة.

ارتباطات الانترنت

- موقع مفيد جدًا. انقر على "yGlossar" للحصول على تعريف للمصطلحات النووية العلمية. www.lbl.gov/abc/
- استعرض موقع وب المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية (CERN) www.cern.ch/Public/Welcome.html
- انقر على "Particle Decays and Annihilations" للقراءة عن الاضمحلال النووي. durpdg.dur.ac.uk/lbl/particleadventure/english/index.html
- صورة فيزيائية لجسيم مختلف كل أسبوع بالإضافة إلى معرض للصور. hepwerb.rl.ac.uk/ppUKpics/pr_pow.html
- كيف تستخدم كاشفات الدخان النشاط الإشعاعي. www.howstuffworks.com/smoke1.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الطاقة النووية

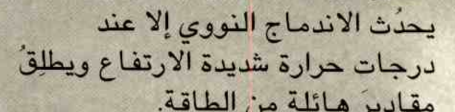
يمكن تسخير الطاقة النووية، باستخدام تفاعلات نووية متحكَّم فيها، لإنتاج الكهرباء من أجل الاستعمال الصناعي والمنزلي. ويمكن أيضاً إطلاقها بطريقة عنيفة جدًّا عندما تنفجر الأسلحة النوويّة.

التفاعلات النووية

ثمّة نوعان من التفاعلات النووية: **الاندماج النووي والانشطار النووي.** الاندماج يعني الاتحاد، وأثناء الاندماج النووي تتّحد نواتان صغيرتان لتشكيل نواةٍ أكبر. ولا يحدُث الاندماج النووي إلا عند درجات حرارة شديدة الارتفاع ويطلِقُ مقاديرَ هائلة من الطاقة.

الغبار الذي يحدثه هذا الانفجار النووي عالي النشاط الإشعاعي*. وهو يلوّث كل ما يسقط عليه.

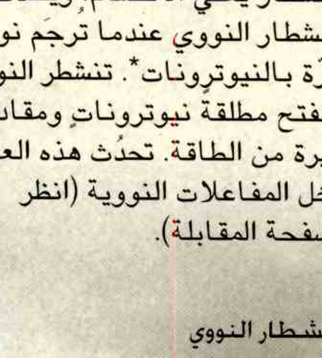
الاندماج النووي



تتحدَ نواتان لتشكيل نواة واحدة كبيرة.

الانشطارُ يعني الانقسامَ، ويحدثُ الانشطار النووي عندما ترجَم نواةُ الذرّة بالنيوترونات*. تنشطر النواةُ وتنفتح مطلقة نيوتروناتٍ ومقادير كبيرة من الطاقة. تحدُث هذه العملية داخل المفاعلات النووية (انظر الصفحة المقابلة).

الانشطار النووي

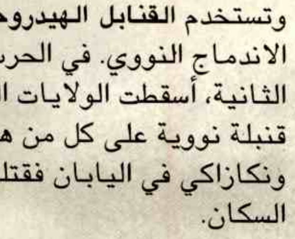


تنشطر النواة فتشكّل نواتين جديدتين أو أكثر.

الأسلحة النووية

تُنتج الأسلحة النووية تفاعلات نووية غير متحكَّم فيها. وتِنطلق الطاقة في انفجارات هائلة. تستخدم **القنابل الذرّيّة** تفاعلات الانشطار النووي. وتستخدم **القنابل الهيدروجينية** الاندماج النووي. في الحرب العالمية الثانية، أسقطت الولايات المتحدة قنبلة نووية على كل من هيروشيما ونكازاكي في اليابان فقتلت آلاف السكان.

قنبلة ذرّيّة في الحرب العالمية الثانية

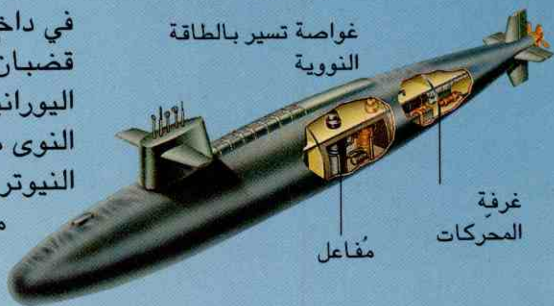


يوجد البلوتونيوم المشعّ هنا.

*نشاط إشعاعي،نيوترونات،114.

المُفاعِلات النووية

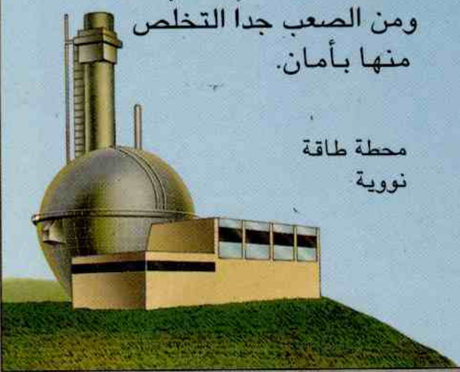
يُمكن استخدامُ الطاقة التي تُطلقها تفاعلات الانشطار المتحكم فيها لتوليد الكهرباء وتزويد الغوّاصات وحاملات الطائرات بالطاقة.



تحدُث مثل هذه التفاعلات في **المُفاعلات النووية**، مثل مُفاعل الماء المضغوط المبيَّن في الرسم في أسفل الصفحة.

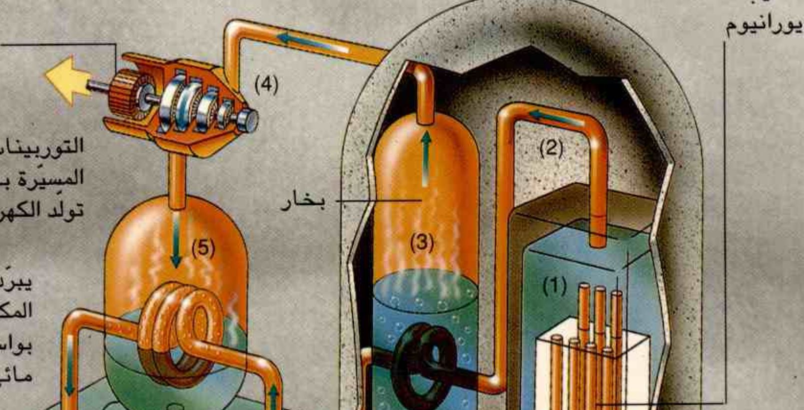
في داخل المُفاعل النووي، تُرجم قضبانٌ مصنوعةٌ من مادة مشعّة مثل اليورانيوم بالنيوترونات*. تنشطر النوى مطلقةً إشعاعًا ومزيدًا من النيوترونات التي تحدث تفاعلاً مسلسلاً.

تولّد محطّات الطاقة النووية الكثير من الكهرباء، لكن قضبانَ الوَقود المستخدمة تبقى مشعّة بشكل خطير آلافاً من السنين. ومن الصعب جداً التخلّص منها بأمان.



مُفاعل الماء المضغوط

مفاعل الماء المضغوط هو أحد أنواع المفاعلات النووية الموجودة في محطات توليد الكهرباء. تستخدم الطاقة المحرّرة في قلب المفاعل لتسخين الماء وتحويله إلى بخار. ويدير البخار التوربينات* التي تولّد الكهرباء.



السلامة أولاً

التفاعلات النووية خطرةٌ جدًا على الكائنات الحيّة. للحوُول دون وقوع حوادث تلوّث اليابسة والهواء بالإشعاع، تجري مراقبة منشآت محطات توليد الكهرباء بعناية.

تراقب العمليات الخطيرة داخل محطة الطاقة النووية بعناية.

ارتباطات الانترنت

- كيف تستخدم الإشعاعات في العلوم.
www.howstuffworks.com/nuclear.htm
- موقع وب شركة British Nuclear Fuels Ltd.
www.bnfl.com/index1.html
- حقائق عن الطاقة النووية.
www.cannon.net/~gonyeau/nuclear/welcome1.htm
- تسلسل زمني للتكنولوجيا النووية.
www.pbs.org/wgbh/amex/three/timeline/
- معلومات متقدّمة وشاملة عن الطاقة النووية.
www-spof.gsfc.nasa.gov/stargaze/Snuclear.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

* توربينات، 147؛ نيوترونات، 114.

القوى

القوّة هي أيٍ دفع أو جذبٍ يُمارَس على جسم. عندما تلتقط جسماً، فإنك تمارس قوّة عليه. وإذا تركتُه حيث هو، تعملُ عليه قوًى ساكنة لكن تلغي إحداها الأخرى. القوى يمكن أن تجعل الأشياء تتحرّك بسرعة أكبر أو أقل، أو تتوقف، أو تغيّر اتجاهها، أو تغيّر حجمها أو شكلها.

قوّة الجاذبية تجعل هذين النردين يسقطان إلى أسفل.

تحقّق بنفسك

حاول دحرجةَ كرةٍ وصدمها بأخرى على سطح أملس. إن قوّة حركتك تجعل الكرة تتدحرج. وتبذل الكرة المتحركة قوّة على الكرةِ الساكنة ما يؤدي إلى تحريكها أيضاً.

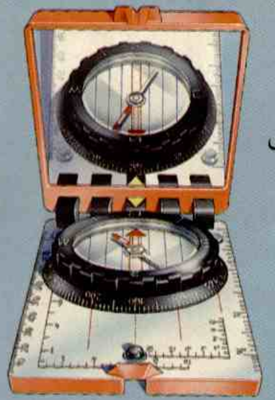
يمارس السطح قوّة (الاحتكاك*) على الكرتين، ما يؤدي إلى تباطئهما وتوقفهما في نهاية المطاف.

أنواع القوى

تؤثّر القوى على الأجسام بطرق متعدّدة. هناك قوى يمكنك أن تراها، مثل القدمُ التي تركل الكرة، وقوى غير مرئية مثل المغنطيسيّة* والجاذبية*.

القوة المغنطيسية التي تجذب هذه الدبابيس إلى المغنطيس قوة غير مرئية.

يمكنك أن ترى قوى الجذب أثناء عملها في لعبة شدّ الحبل. يربح الفريق الذي يجذب بقوة أكبر.



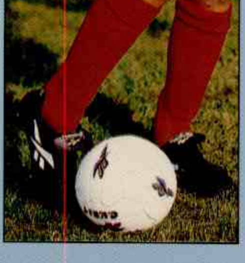
لا تحتاجُ بعض القوى إلى أجسام متلامسة. وتضمّ القوى التي تعمل من بعد القوّة الكهربائية* والمغنطيسية وقوّة الجاذبية.

تعملُ البوصلة بسبب مغنطيسية الأرض.

إذا عملت قوّةٌ واحدة على جسم ما، فإنها تحرّكه أو تسرّع حركته أو تبطّئها. وإذا عملت عليه قوّتان متساويتان باتجاهين مختلفين، فإنهما تحاولان تغيير حجمه أو شكله.

القوى التي تحتاج إلى جسمَيْن متلامسَيْن أو أكثر تسمى قوى التلامس. أنت تستخدم **قوى التلامس** عندما تحرّك جسماً بيديك.

قوّة تلامس الاحتكاك تمكن أقلام التلوين من التعليم على الورق.



عندما تركل كرة قدم، تتحرّك الكرة بفعل قوّة ركلتك.

عندما تُمسك بكرة، تبطىء قوّة دفع يديك الكرة وتوقفها.

إذا دُست على كرة، فإن القوتَين المتساويتَيْن لقدمك الدافعة إلى أسفل والأرض الدافعة إلى أعلى تهرسها.

*احتكاك، 124؛ جاذبية، 130؛ قوّة كهربائية، 228؛ مغنطيسية، 232.

عندما تكون في قطار الملاهي، يمكنك أن تشعر بالقوى المختلفة التي تعمل على جسمك عندما تدور.

يستغلّ قطار الملاهي كثيراً من القوى المختلفة لاكتساب السرعة والالتفاف والدوران رأساً على عقب والاندفاع بسرعة دون الخروج عن المسار.

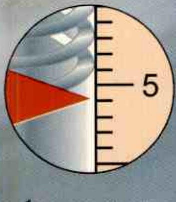
قياس القوى

تُقاس شدّة القوّة بوحدات النيوتن **(N)**، التي أسميت نسبة إلى العالم الإنكليزي إسحاق نيوتن (1642-1727). يؤدي نيوتن واحد من القوّة إلى تسريع* كتلة مقدارها 1كلغ متراً واحداً في الثانية المربّعة (1م/ثا). وهي القوة التي تحتاج إليها لرفع كوب فارغ.

الميزان النابضي (انظر اليسار) يَقيس عدد وحدات النيوتن التي تبذلها قوّة ما. تمدّد القوّة النابضَ المثبت في أحد الطرفين. وينصّ **قانون هوك** على أن امتداد المادة يتناسب مع القوّة التي تمدّدها. وكلما ازداد تمدّد النابض، ازدادت وحدات النيوتن التي تبذلها القوّة.

ميزان نابضي

قوّة الثقل إلى أسفل تمدّد النابض.



يعطي الميزان شدّة القوّة بالنيوتن.

ارتباطات الانترنت

- فرص لتصميم ركوب قطار الملاهي على موقعي الوب هذين.
  funderstanding.com/k12/coaster/
  www.learner.org/exhibits/parkphysics/index.html
- انقر على "Trickscience" لترى القوى ذات الصلة ببهلوانيّات لوحة التزلج.
  www.exploratorium.edu/skateboarding/index.html
- اكتشف كيف تعمل المغنطيسية، وتعلّم كيف تصنع بوصلة بنفسك.
  www.howstuffworks.com/compass.htm
- صفحة قصيرة عن القوى.
  www.kapili.com/physics4kids/motion/force.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الكميّات المتجهيّة والعددية

للقوى مقدار (حجم) واتجاه. وفي الفيزياء تسمى الأشياء التي لها هاتين الكميّتين **كميّات متجهيّة**. التسارع* والسرعة* كميّتان متجهيّتان أيضاً. وتسمى الكمية التي لها مقدار دون اتجاه **كميّة عددية**. درجة الحرارة والوقت والكتلة أمثلة على الكميّات العددية. يمكن أن تكون هذه الكميّات متدنية أو عالية، لكن ليس لها اتجاه.

لدرجة الحرارة مقدار فقط، لذا فهي كمية عددية.

*تسارع، سرعة، 127.

جمع القوى

يوجد عادة أكثر من قوّة تعمل على جسم ما. مثال ذلك، اللوح الشراعي يخضع لقوى الجاذبية والريح والدفع العلوي والأمواج. وتكون النتيجة المتجمّعة قوّة واحدة تسمى **القوّة المحصّلة**. إذا كانت شدة كل القوى واتجاهاتها معلومة، يمكنك حساب قوّة المحصّلة والتنبّؤ بما سيحدث للجسم.

التوازن

هناك قوى تعمل على جسم ما حتى عندما يكون ساكناً. تكون كل القوى متوازنة، لذا تلغي إحداها الأخرى ويقال إن الجسم **متوازن**. مثال ذلك، تجذب قوّة الجاذبية* برج أوراق اللعب إلى أسفل، فيما يدفعها السطح الذي تقف عليه بقوّة مساوية. القوّة المحصّلة هي صفر، لذا يبقى البرج في مكانه.

تحقّق بنفسك

لرؤية قوى التوازن أثناء العمل، حاول بناء برج من أوراق اللعب بنفسك.

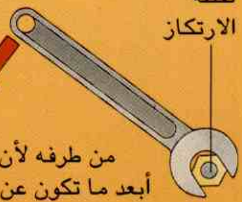
إذا أسقطت ورقة تفقد القوى المؤثرة في البناء توازنها وينهار البرج بأكمله.

التحقّق من أن القوى متوازنة أمر صعب لأن كل ورقة تعتمد على الأخرى لتبقى في مكانها. والأوراق خفيفة جدًا بحيث أن نقرة صغيرة تفقدها توازنها.

* جاذبية، 130؛ دفع علوي، 138.

قوى الدوران

لإدارة شيء حول نقطة ثابتة، مثل باب حول مَفصِّلاته، تلزم قوّة ذات تأثير دوّار. وتعرف النقطة الثابتة باسم **نقطة الارتكاز** أو **محور الارتكاز**. ومن الأسهل إدارة شيء حول نقطة ارتكاز إذا سُلّطت القوّة من بعد. لذلك يكون مفتاح الربط الطويل أكثر كفاءة من المفتاح القصير.



من السهل فك هذه العزقة (الصمولة) بالإمساك بمفتاح الربط من طرفه لأن القوة عندئذ تكون أبعد ما تكون عن نقطة الارتكاز.

تسمّى القوّة ذات التأثير الدوّار **عزماً**. ويُحسب العزم حول نقطة الارتكاز بضرب شدّة القوة ببعدها عن نقطة الارتكاز. ويُقاس العزم بوحدات **النيوتن متر (Nm)** وقد تكون باتجاه دوران عقارب الساعة أو بعكسه.

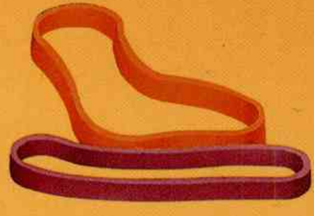
تبيّن صورة العربة أعلاه كيف يمكن أن تكون قوى الدوران متوازنة مثل أي قوة أخرى. فالعزم المساير لاتجاه عقارب الساعة يلغي العزم المضاد لاتجاه عقارب الساعة.

المرونة

عندما تعمل القوى على جسم لا تستطيع تحريكه، يمكن أن تغيّر حجمه أو شكله. وبعض المواد، كالمطّاط، تعود إلى شكلها الأصلي عند رفع القوة. تسمّى هذه المواد **موادّ مرنة**.

الترامبولين مرن. عندما ترفع القوى التي تمدّده يعود إلى شكله الأصلي ثانية.

يخضع مقدار امتداد المادة المرنة إلى قانون هوك*، الذي ينص على أن القوة إذا ازدادت بخطوات متساوية، يزداد الامتداد كذلك.



شريط المغيّط مرن لكنه ينقطع إذا مدّدته كثيراً (أي إلى ما بعد حد المرونة).

إذا امتدّ شيء متجاوزاً حدّ المرونة، يتوقف قانون هوك عن العمل. **فحدّ المرونة** هو النقطة التي تتغيّر عندها المادة بشكل دائم عندما تمدّد.

بعض المواد لا تعود إلى شكلها الأصلي بعد امتدادها ويمكن أن تحتفظ بشكلها الجديد. يسمّى ذلك السلوك **اللدن**.

بعد تشكيل الطين، يحافظ على الشكل الذي أعطي له. هذا مثال على السلوك اللدن.

يتصرّف طين التشكيل بطريقة لدنة.

ارتباطات الانترنت

- انقر على "incipleer prvLe" في القائمة ysicsPh لمحاكاة عزوم القوة. www.cite-sciences.fr/francais/web_cite/experime citelab/fs_lab_gb.htm
- اقرأ عن القوى التي تجعل الماء يدوّم في المرحاض. www.discovery.com/area/skinnyon/skinnyon9705 23/skinny1.html
- اكتشف لِمَ ترتدّ الكرات المصنوعة من مواد مختلفة بمقادير مختلفة. www.exploratorium.edu/sports/ball_bounces/ index.html
- مقالة قصيرة عن الحياة ومنجزات العالم روبرت هوك مع ارتباطات بمعلومات علمية ذات صلة. www.encylopedia.com/articles/06030.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

* قانون هوك، 119.

الديناميكا

العالم الإنكليزي إسحاق نيوتن (1727-1642).

الديناميكا هي دراسة كيفية تأثير القوى على الحركة. ويستخدم مصطلحا العَطالة وكمية الحركة (الزخم) لوصف مقدار سهولة ابتداء حركة الأجسام وتوقفها. وثمّة ثلاثة قوانين للحركة تحكم تحرّك كل الأجسام. وقد صاغ هذه القوانين العالِم الإنكليزي إسحاق نيوتن سنة 1687.

قوانين الحركة لنيوتن

حقّق إسحاق نيوتن اكتشافات مهمّة في كثير من الموضوعات، بما في ذلك الحركة والجاذبية والضوء. وقد كان لقوانين الحركة الثلاثة تأثير رئيسي على التفكير العلمي.

قانون نيوتن الأول ينص على أن الجسمَ إن لم يخضع لعمل قوّة عليه يبقى ساكناً أو يواصل حركته بسرعة ثابتة في خط مستقيم. وهذا هو مبدأ العطالة (انظر اليسار).

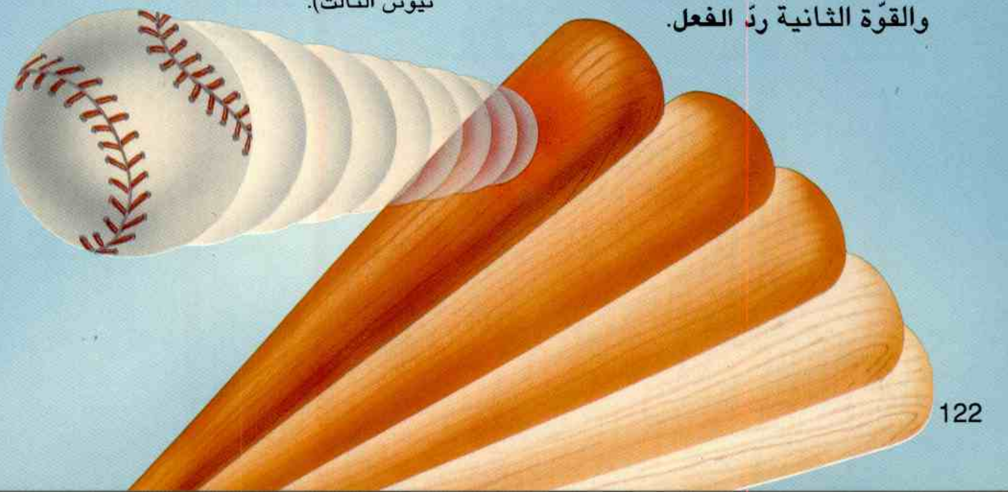
لكي تتحرّك هذه الشاحنة، تلزم قوّة للتغلّب على عطالتها (انظر قانون نيوتن الأول).

قانون نيوتن الثاني ينصّ على أن حركة الجسم تتغيّر إذا عملت عليه أي قوّة. ويتوقف مقدار التغيّر على كتلة الجسم وحجم القوّة المحصّلة.

قوّة الريح نفسها تحرّك مخروط الصنوبر أقل من الورقة لأن كتلة المخروط أكبر (انظر قانون نيوتن الثاني).

قانون نيوتن الثالث ينصّ على أنه إذا عملت قوّة على جسم ما، يبذل الجسم قوّة مساوية في الاتجاه المعاكس. تسمّى القوة الأولى **الفعل** والقوّة الثانية **ردّ الفعل**.

تسلّط الكرة قوّة على المضرب، تشعر بها بتباطؤ المضرب، مساوية للقوّة التي يسلّطها المضرب على الكرة ومعاكسة لها (انظر قانون نيوتن الثالث).



العطالة

تميل الأجسام إلى مقاومة تغيّر حركتها. وينطبق هذا الميل، الذي يسمّى العطالة، على الأجسام الساكنة والمتحرّكة. عطالة الأجسام الساكنة تجعل تحريكها صعباً. وإذا كانت الأجسام متحرّكة تجعلها العطالة تواصل حركتها في خط مستقيم. وتلزم قوّة للتغلّب على العطالة.

بدون القوة الكابحة لحزام الآمان أو كيس الهواء، فإن عَطالة دمية اختبار الاصطدام تدفع بالدمية عبر الزجاج الأمامي.

كلما ازدادت كتلة الجسم، ازدادت عطالته. ويجب على الحيوان الكبير بذل قوّة أكبر مما يبذل الحيوان الصغير لتغيير حركته. وإذا تضاعفت الكتلة تضاعفت العطالة.

تبلغ كتلة هذا الفيل البالغ خمسة أضعاف كتلة الفيل الصغير. وتبلغ عطالته خمسة أضعاف عطالة الصغير.

كمية الحركة (الزخم)

كمية الحركة قياسٌ لميل الجسم إلى مواصلة الحركة. وتحسب بضرب كتلة الجسم بسرعته. وكلما كبرت الكتلة والسرعة الاتجاهية عظمت كميّة الحركة. والزخم كميّة متجهية على غرار السرعة الاتجاهية، ما يعني أن له حجماً واتجاهاً.

صقر حوّام

نَوْرس

إن كان صقر حوّام ونورس يطيران بالسرعة نفسها، يكون للطائر ذي الكتلة الأكبر (الصقر الحوّام) زخمٌ أكبر.

كتلة هذه السلة المليئة 10 كلغ وسرعتها الاتجاهية 1م/ثا شرقاً. يبلغ زخمها 10كلغ م/ثا شرقاً.

هذه سلّة شبه فارغة كتلتها 2 كلغ وسرعتها الاتجاهيّة 5م/ثا شرقاً. يبلغ زخمها 10كلغ م/ثا شرقاً أيضاً.

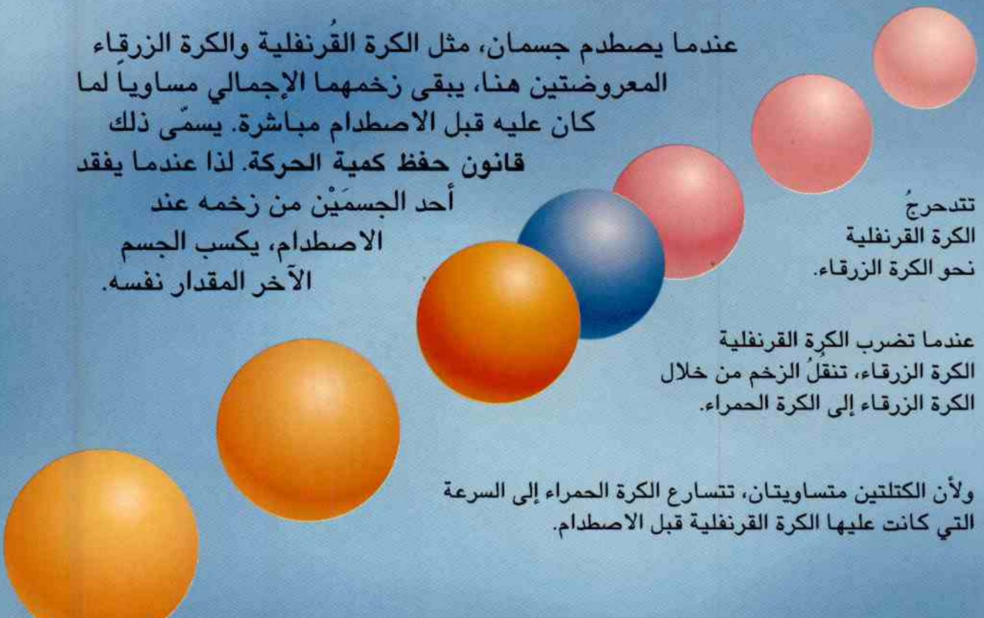
ويمكن لجسم صغير الكتلة أن يكون ذا زخم مساوٍ لزخم جسم كبير الكتلة شريطة أن يتحرّك بسرعة أكبر.

تحقّق بنفسك

الآلات الغريبة التي تسمّى هزّازات نيوتن تباع أحياناً كألعاب مسلية للكبار توضح حفظ كمية الحركة (الزخم). ابحث عن واحدة. عندما تضرب الكرة الأولى الكرات الأخرى، ينتقل زخمها إلى الكرة الأخيرة فتتحرّك.

حِفظ كمية الحركة

عندما يصطدم جسمان، مثل الكرة القُرنفلية والكرة الزرقاء المعروضتين هنا، يبقى زخمهما الإجمالي مساوياً لما كان عليه قبل الاصطدام مباشرة. يسمّى ذلك **قانون حفظ كمية الحركة**. لذا عندما يفقد أحد الجسمَيْن من زخمه عند الاصطدام، يكسب الجسم الآخر المقدار نفسه.



تتدحرجُ الكرة القرنفلية نحو الكرة الزرقاء.

عندما تضرب الكرة القرنفلية الكرة الزرقاء، تنتقلُ الزخم من خلال الكرة الزرقاء إلى الكرة الحمراء.

ولأن الكتلتين متساويتان، تتسارع الكرة الحمراء إلى السرعة التي كانت عليها الكرة القرنفلية قبل الاصطدام.

ارتباطات الانترنت

- مبادىء الفيزياء المرتبطة بكرة القاعدة.
www.exploratorium.edu/baseball/
- اكتشف كيف ينتقل الزخم.
www.spartechsoftware.com/reeko/Experiments/momentum.htm
- يوقعان على الوب بضمّان سيراً ذاتية لعلماء مشهورين بمن فيهم نيوتن.
www.hyperhistory.com/bios0.html
- تفسير متقدّم لقوانين الحركة الثلاثة لنيوتن.
csep10.phys.utk.edu/astr161/lect/history/newton3laws.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

الاحتكاك

حذاء جديد

حذاء قديم

الاحتكاك الدائم مع الأرض يعني أن حذاء راقص الباليه يبلى بعد بضعة أسابيع.

عندما يلامس جسمٌ متحرّك جسماً آخر، كقطعة نقود منزلقة على طاولة، يتباطأ الجسم المتحرّك. تسمّى القوّة التي تسبّب ذلك الاحتكاك. وكلما ازدادت خشونة السطوح ضغطت بشدّة أكبر بعضها على بعض وازداد الاحتكاك. يحدث الاحتكاك في السوائل والغازات وكذلك بين الأجسام الصلبة. وكل شيء يشهد احتكاكاً يزداد حرارة.

الجانبان السفليّان المالسان للمزلجتين يقلّلان الاحتكاك بالثلج، ما يسمح لهما بالانزلاق بسهولة. غير أن حوافهما الحادة تحدثان احتكاكاً عندما ينعطف المتزلّج ما يمكنه من التحكّم بسرعته واتجاهه.

استخدام الاحتكاك

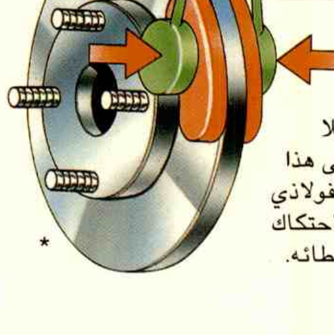
الاحتكاك مفيدٌ في بعض الأوضاع ومزعج في أوضاع أخرى. ولو لم يكن هناك احتكاك بين السطوح لاستحال التقاط أي شيء.

تستخدم كثير من أنواع الآلات الاحتكاك. فلو كان الاحتكاك قليلاً بين الدواليب وسطح الطريق، على سبيل المثال، لما تمكن السائقون من الحوؤل دون انزلاق مركباتهم.

تحتاج بعض الآلات إلى الاحتكاك لتعمل أصلاً. مثال ذلك، الاحتكاك بين عود ثقاب وعلبة ثقاب يولّد حرارة كافية لكي تحترق المواد الكيميائية في الثقاب. وتعمل كل المكابح (الفرامل) باستخدام الاحتكاك لإبطاء دواليب المركبة.

الماء والوحل على الطريق يقلّلان الاحتكاك لأنهما يعملان كمزلقان (انظر الصفحة المقابلة). تمرّر الأخاديد في الدولاب الماء أو الوحل عبرها، بحيث تستطيع سطوح المطاط النافرة (**المداس**) التشبّث بسطح الطريق.

مكبح قرصي

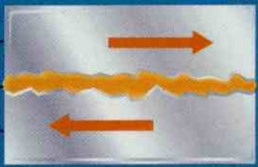


يضغط نعلا المكبح على هذا الدولاب الفولاذي فيُحدثا الاحتكاك الكافي لإبطائه.

تُصنع نعال الأحذية الرياضية من مواد، مثل المطّاط، تحدث احتكاكاً كبيراً.

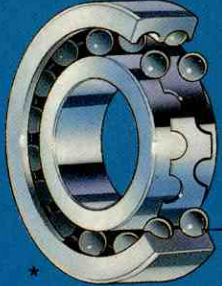
تقليل الاحتكاك

الاحتكاك الكثير بين قطع الآلات يتلفها. فهو يسبّب البلى، كما تتبدّد بعض الطاقة اللازمة لتشغيل الآلة على شكل حرارة بدلاً من حركة. يُستخدم الزيت لتقليل الاحتكاك لأنه أكثر نعومة من أي سطح صلب، لذا يسمح بانزلاق الأجسام بعضها على بعض بسهولة أكبر. ويسمّى السائل المستخدم لهذه الغاية مزلِقاً.



يُظهر التكبير كيف أن سطحَ الفلز الذي يبدو أملس هو خشن إلى حد ما. تقلل طبقة الزيت بين سُطوح المعدن المتحرّكة الاحتكاك.

إن طبقة محامل الكرات بين سطحين في آلة تقلّل مقدار التلامس بين السطحين. وذلك يخفّض الاحتكاك بينهما وكذلك مقدار البلى.



تقعُ مَحامل الكرات حول محور هذا الدولاب. وهي تدور عندما يدور الدولاب.

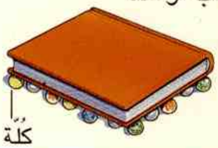
الاحتكاك في الهواء والفضاء

مقاومة الهواء هي الاحتكاك الذي يحدث بين الهواء وأي جسم يتحرك خلاله (انظر الصفحة 142). لا يوجد هواء في الفضاء، لذا لا يوجد احتكاك. مكوك الفضاء مثلاً، لا يشهد احتكاكاً عندما يتحرّك في الفضاء، إلى أن يعاود دخول جوّ الأرض.

تبطىء مقاومة الهواء مكّوك الفضاء عندما يدخل جوّ الأرض. ويؤدّي احتكاك المكوك بالهواء إلى توهّجه بلون أحمر.

تحقّق بنفسك

يمكنك أن ترى كيف تقلّل مَحامل الكُرات الاحتكاك باستخدام بعض الكلل وكتاب كبير. أولاً، ادفع الكتاب لوحده ولاحظ الاحتكاك. ضع الآن الكلل تحت الكتاب وادفعه ثانية. تتدحرجُ الكلل بين الكتاب والسطح فتقلّل الاحتكاك.



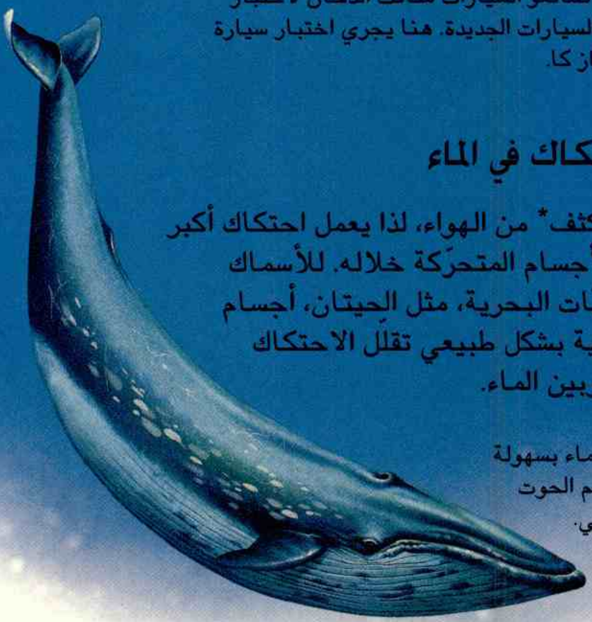
الانسياب

لتقليل مقاومة الهواء، تصمَّم المركبات بحيث تكون انسيابية. يسمحُ الانسياب للهواء بالتدفق فوق المركبة بخطوط ملساء بحيث تتقدّم إلى الأمام بأقل جهد ممكن.

يَستخدم صانعو السيّارات مَنافث الدخان لاختبار انسياب السيارات الجديدة. هنا يجري اختبار سيارة فورد طراز كا.

الاحتكاك في الماء

الماء أكثف* من الهواء، لذا يعمل احتكاك أكبر على الأجسام المتحرّكة خلاله. للأسماك والثدييّات البحرية، مثل الحيتان، أجسام انسيابية بشكل طبيعي تقلّل الاحتكاك بينها وبين الماء.



يتدفّق الماء بسهولة على جسم الحوت الانسيابي.

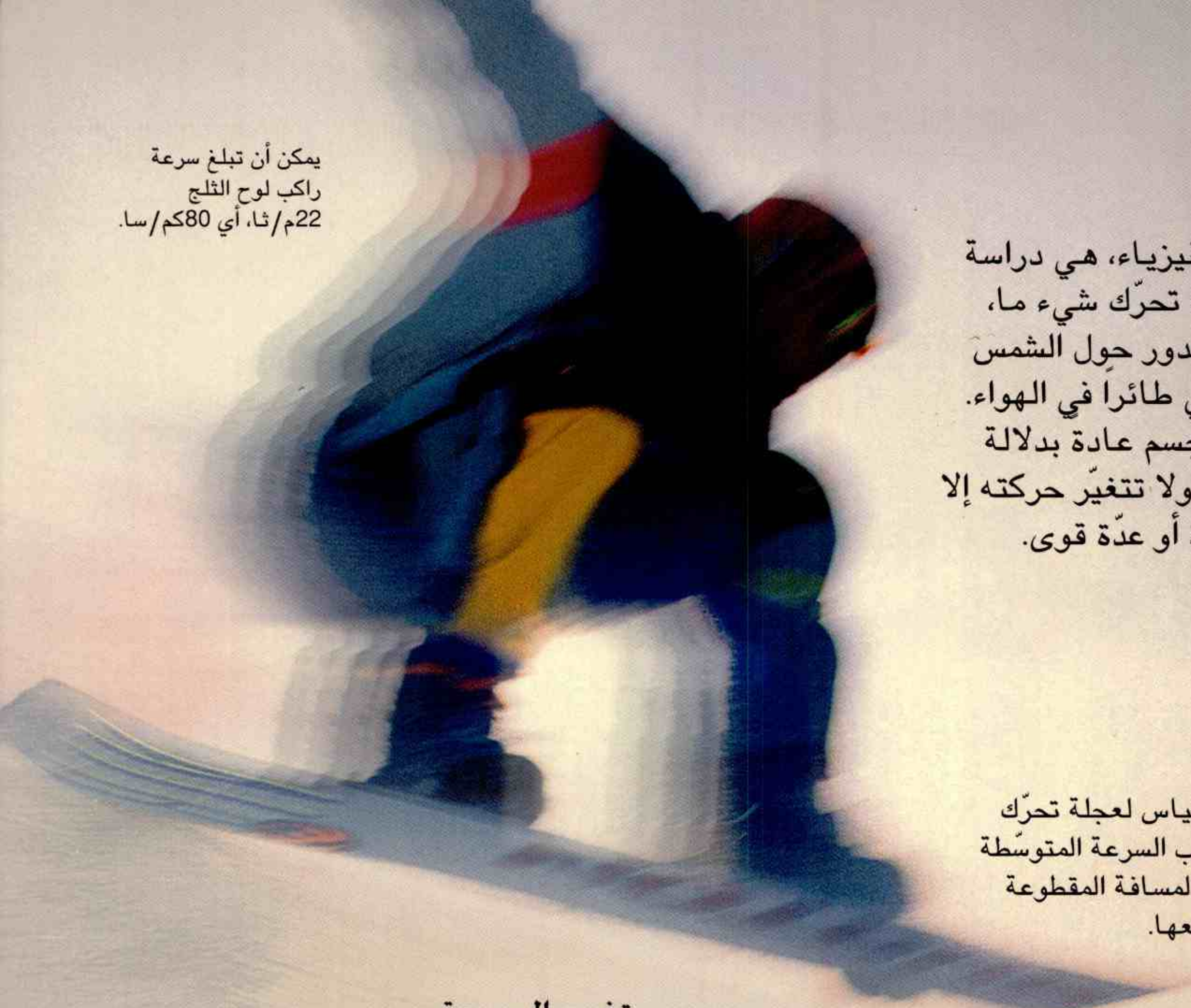
ارتباطات الانترنت

- قسمان من موقع الوب نفسه يشرحان المبادىء العلمية خلف ركوب الدراجة والهوكي على الجليد. ويظهر كلاهما أهمية الاحتكاك في كل رياضة.
  www.exploratorium.edu/cycling/
  www.exploratorium.edu/hockey/
- لعبة مسلّية لاكتشاف تأثير احتكاك الهواء على جسمك. افهمه بشكل خاطىء فتحلّ الكارثة.
  www.pbs.org/wgbh/nova/escape/skydive.html
- بناء نموذج بسيط ناجح للحوّامة.
  www.spartechsoftware.com/reeko/Experiments/ExpHoverCraft.htm
- اقرأ عن تجربة احتكاك باستخدام لعبة سيارة. وفي أسفل الصفحة انقر على ialsMater. ثم انقر على "Results".
  library.thinkquest.org/j001796/friction.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*كثافة، 138.

الحركة



يمكن أن تبلغ سرعة
راكب لوح الثلج
22م/ثا، أي 80كم/سا.

الحركة، في الفيزياء، هي دراسة كيفية تحرّك شيء ما، سواء كان كوكباً يدور حول الشمس أم راكب لوح ثلجي طائراً في الهواء. وتوصف حركة الجسم عادة بدلالة سرعته وتسارعه، ولا تتغيّر حركته إلا إذا عملت عليه قوّة أو عدّة قوى.

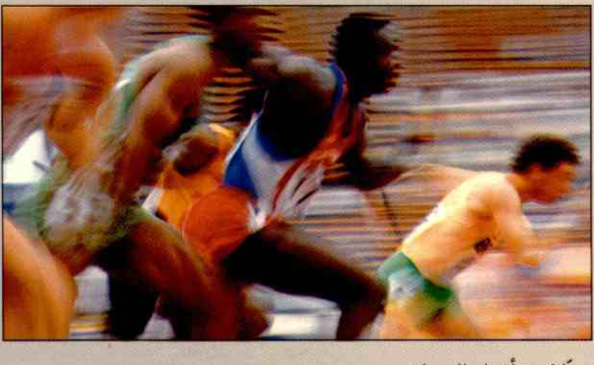
السرعة العددية

السرعة العددية هي قياس لعجلة تحرّك جسم ما. ويُمكن حساب السرعة المتوسّطة لجسم متحرّك بقسمة المسافة المقطوعة على الزمن اللازم لقطعها.

تغير السرعة

يُمكن أن تتغيّر سرعة جسم متحرّك بين لحظة وأخرى. العدّاء مثلاً يركض بأبطأ سرعة عند بدء السباق. ومن المرجّح أن يركض بأقصى سرعة عندما يقترب من خط النهاية. وتسمّى سرعة شيء في أي لحظة **السرعة الآنيّة**.

مثال ذلك، سنة 1999 كان الرقم العالمي القياسي لسباق 100م رجال 9.84 ثانية. وتلك تعادل السرعة المتوسّطة 10.16 م/ثا. بعد جرْي 1 م من السباق، ربما كانت سرعة الفائز الآنية 3 م/ثا. وبعد بضعة أمتار إضافية، ربما وصلت إلى 11م/ثا.



عدّاؤون أثناء السباق

حساب السرعة

اجتاز هذا الدرّاج 500م في 40 ثانية. يعطي الحساب أدناه متوسّط سرعته.

$$\text{السرعة المتوسطة} = \frac{\text{المسافة (بالأمتار)}}{\text{الوقت (بالثواني)}}$$

$$= \frac{500}{40} = 12.5\text{م/ثا}$$

السرعة كميّة عددية. وذلك يعني أنها تقيس مقدار عجلة جسم متحرّك، دون الاتجاه الذي يتحرّك فيه. إن وحدة القياس التي يستخدمها معظمنا في الفيزياء هي الأمتار في الثواني (م/ثا). غير أنك غالباً ما سترى كيلومترات في الساعة (كم/سا) أيضا. وتلك تقيس المسافة التي يقطعها شيء في ساعة.

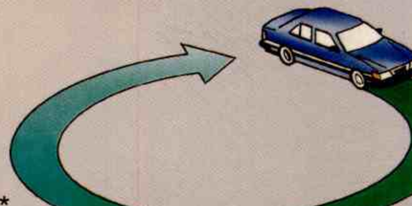
عندما يغادر غوّاصو السماء الطائرة يسقطون بتسارع 9,8م/ثا^2 بسبب جاذبية الأرض.

عندما يفتح غوّاصو السماء مظلاتهم يتباطؤون فجأة.

السرعة الاتجاهية

السرعة الاتجاهية تقيس اتجاه انتقال الجسم فضلاً عن سرعته. وهذا ما يجعلها كمية متّجهية. يمكن أن تتغير السرعة الاتجاهية لجسم متحرّك حتى إذا بقيت سرعته العددية على حالها بالضبط، لأن حدوث تغيّر في الاتجاه يغيّر السرعة.

رغم أن هذه السيارة تسير بسرعة ثابتة تبلغ 10كم/سا، فإن سرعتها الاتجاهية تتغير دائماً لأنها تغيّر اتجاهها باستمرار.



تُقاس السرعة الاتجاهية بالأمتار في الثانية (م/ثا) في اتجاه معين. مثال ذلك، الشخص الذي يسير شمالاً بمعدل 1.5م/ثا تبلغ سرعته الاتجاهية 1.5م/ثا شمالاً. **السرعة الاتجاهية النسبية** هي السرعة التي يبدو عليها جسم متحرّك عندما يُشاهد من جسم متحرّك آخر.

تطير هاتان النفاثتان بسرعة 83م/ثا بالاتجاه نفسه.

سرعة إحدى النفاثتين بالنسبة للأخرى (من وجهة أي منهما) تبلغ صفراً.

التسارع

التسارع هو تغيّر السرعة الاتجاهية لجسم ما، أي التغيّر في سرعته العددية أو اتجاهه في وقت محدّد. وفي الفيزياء، يُقاس التسارع بالأمتار في الثانية في الثانية، أو م/ثا^2. وهذا غير مربك كما يبدو عليه الأمر. فإذا تسارع شيء بمعدّل 1م/ثا^2 (1 متر في الثانية في الثانية)، يُصبح أكثر سرعة بمعدّل 1م في الثانية، كل ثانية.

يسمى انخفاض السرعة الاتجاهية **تسارعاً سالباً، أو تباطؤاً**. إن حدوث أيّ تغيّر في السرعة أو الاتجاه يعني أن الجسم يتسارع أو يتباطأ، لأن الأمرين يؤثران على السرعة الاتجاهية. ويحسب صانعو السيّارات التسارع عادة بالكيلومترات (أو الأميال) في الساعة في الثانية. وذلك مجرّد استخدام وحدات مختلفة لقياس الشيء نفسه.

إذا سارت سيّارة بسرعة ثابتة مقدارها 50كم/سا في اتجاه واحد، يكون تسارعها صفراً. وسبب ذلك عدم حدوث تغيّر في سرعتها أو اتجاهها.

تتسارع سيارة بورش 911 توربو من 0 إلى 100 كم/سا في 4.5 ثوان. ويتحقق ذلك بتسارع متوسّط مقداره 6.2م/ثا^2.

تحقّق بنفسك

اصنع ثلاث كرات صغيرة باستخدام معجون التشكيل. أسقط كل واحدة من ارتفاع مختلف. كلما ازدادت مسافة السقوط كبر انبعاج الكرة عندما تضرب الأرض. وسبب ذلك أن الأشياء تزداد سرعتها عندما تسقط من ارتفاعات أعلى.

الكرة على اليمين سقطت من أعلى ارتفاع، لذا كانت الأكثر انسحاقاً عند هبوطها.

ارتباطات الانترنت

- كثير من المعلومات عن السرعة.
www.stvincent.ac.uk/Resources/Physics/Speed/index.html
- تعريفات الحركة.
www.britannica.com/bcom/eb/article/6/0,5716,55316+53959,00.html
- محوّل لوحدات القياس على الشبكة.
www.microimg.com/science/acceleration.html
- عالم يشرح ركوب لوح التزلّج.
www.exploratorium.edu/skateboarding/webcast.html
- شروح للسرعة الاتجاهية والتسارع.
www.kapili.com/physics4kids/motion/velocity.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

السرعة الحدّيّة

عندما يسقط شيء خلال غاز أو سائل، يتسارع بمعدل متناقص إلى أن يصل إلى سرعته الثابتة القصوى. تسمى هذه السرعة **السرعة الحديَة**.

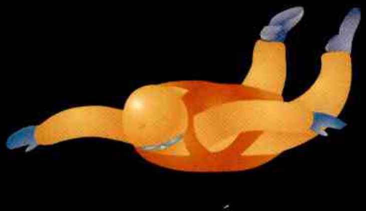
مثال ذلك، تصوَر أن غوَاصي السماء يقفزون من طائرة. يبدأون بالتسارع فور سقوطهم من الطائرة.

يتواصل تسارعهم، لكن بمعدَل متباطىء، إلى أن يبلغوا سرعة 200كم/سا. وعند هذه النقطة يتوقفون عن التسارع.

عندما ينخفض التسارع إلى الصفر، يكونون قد بلغوا السرعة الحدّيَة.

عندما يبدأ شيء بالسقوط، فإنه يتسارع بسرعة.

وكلما طال وقت سقوطه، تباطأ تسارعه.



عندما يتوقَف عن التسارع، يكون قد بلغ سرعته الحدَيَة.

المقاومة

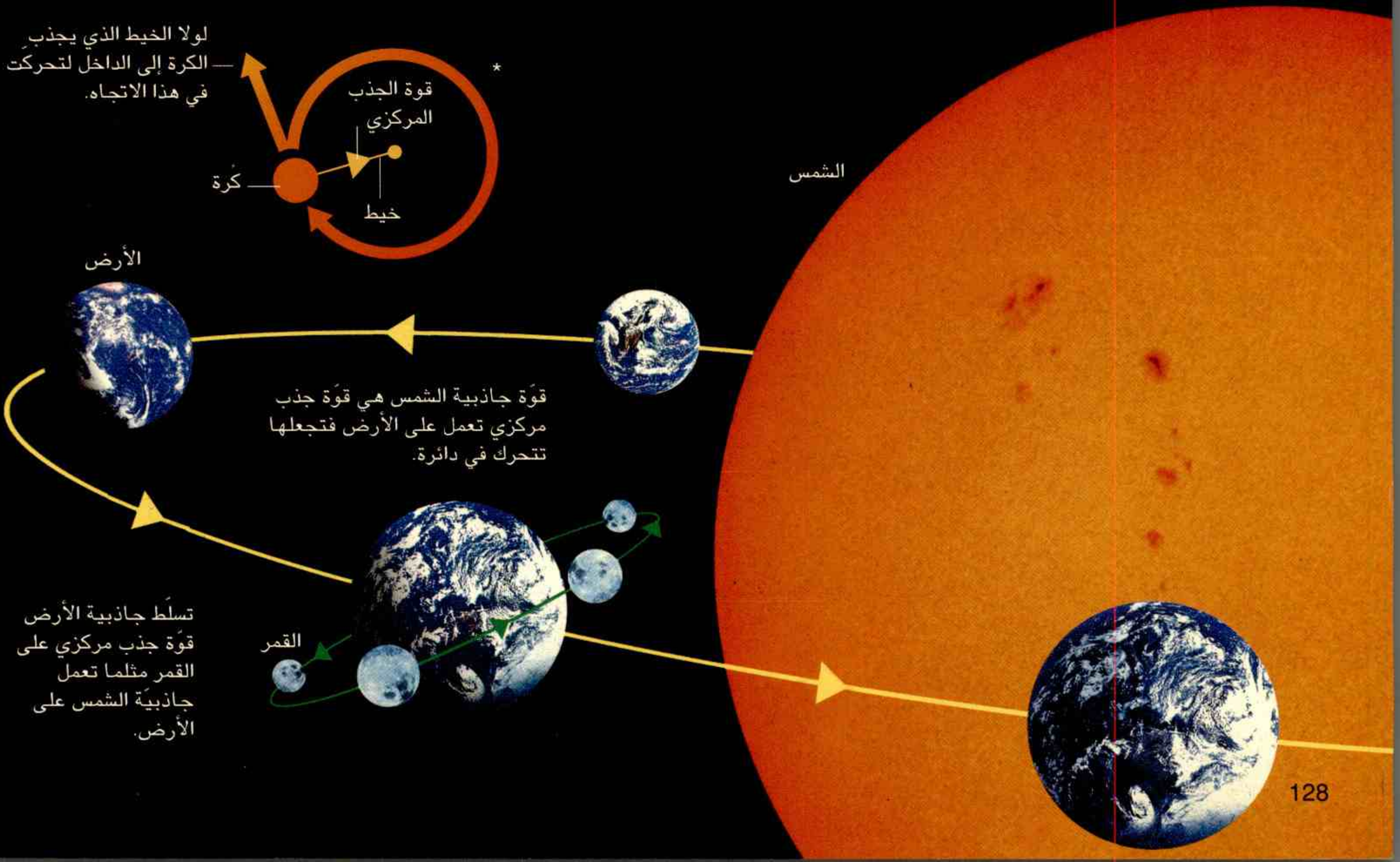
إن شدَ **الجاذبية** هو القوّة التي تجعل جسماً ما يتسارع نزولاً. لكن عندما يبدأ الجسم بالتحرك، فإنه يواجه **مقاومة**، وهي قوّة صاعدة، من الغاز أو السائل الذي يسقط خلاله. وكلما ازدادت سرعة السقوط ازدادت قوّة المقاومة إلى أن تتساوى مع قوّة ثقل الجسم الساقط. يتوقّف الجسم عن التسارع عند هذه النقطة ويبلغ سرعته الحدَيَة.

تقلّ السرعة الحدية للجسم في السائل عما هي عليه في الغاز. وسبب ذلك أن السائل يبذل مقاومة أشدّ من مقاومة الغاز. ونتيجة لذلك تستغرق القوى وقتاً أقلّ للتوازن ويتوقف الجسم عن التسارع بشكل أسرع.

تستغرق قطعة النقود الساقطة في الهواء وقتاً أطول لبلوغ سرعتها الحديَة مما تستغرقه في الماء.

الحركة في دائرة

تحاول كل الأجسام المتحرّكة الانتقال بخطّ مستقيم (انظر قانون نيوتن الأول، صفحة 122). يطلق على القوَة التي تجعل شيئاً يدور في دائرة اسم **قوَة الجذب المركزي**. وهي كل قوَة تجذب نحو مركز الدائرة.



قوّة الجذب المركزي - مثال

إذا ربطت جسماً صغيراً بخيط وأدرته حول رأسك، يشكّل شدّ الخيط للجسم قوة جذب مركزيّ. ولن يسقط الجسم عليك طالما أدرته بسرعة كافية. وإذا ما أفلتّ الخيط، فإنك تزيل قوّة الجذب المركزي فيطير الجسم بخط مستقيم مماسّ للدائرة، مثلما يحدث عندما يرمي الرياضي «المطرقة».

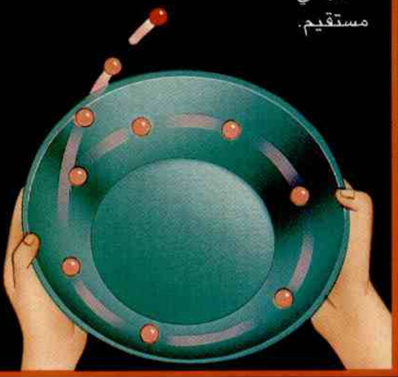
1. يشدّ الرياضي السلك لكي تتحرك الكرة.
2. يكون شدّه قوة جذب مركزي على الكرة عندما تتحرك.
3. كلما ازدادت سرعة الكرة، لزم المزيد من قوة الجذب المركزي.
4. تطير الكرة عندما تزال قوة الجذب المركزي.

تحقّق بنفسك

يمكنك أن تكتشف بنفسك تأثير قوّة الجذب المركزي.

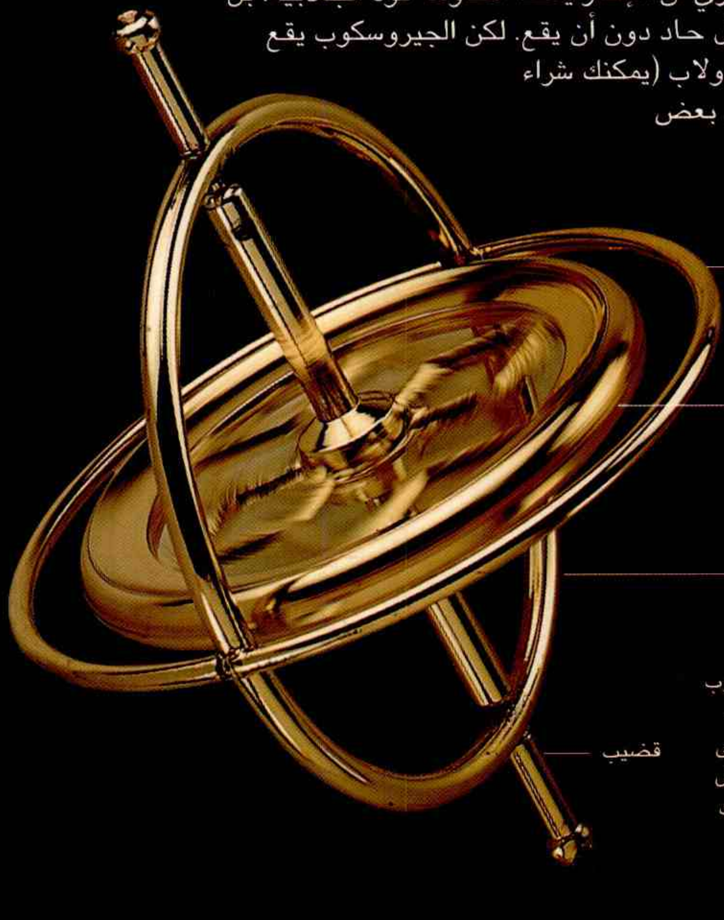
ضع كلَة في طاس بلاستيكي وحرّك الطاس بحيث تتحرّك الكلة في دائرة. لقد أنشأت قوّة جذب مركزي على الكلة.

غير أن الكلَة تطير خارج الطاس عندما تبلغ سرعة معيّنة. فقوّة الجذب المركزي ليست بالقوة الكافية للحفاظ على حركتها في دائرة محكمة.



الجيروسكوب

الجيروسكوب دولاب يلفّ بسرعة كبيرة ضمن إطار ما. وتعني قوّة الجذب المركزي أن الإطار يمكنه مقاومة قوّة الجاذبية. بل يمكنه الميل بشكل حاد دون أن يقع. لكن الجيروسكوب يقع عندما يتباطأ الدولاب (يمكنك شراء الجيروسكوب من بعض متاجر الألعاب).



يقاوم هذا الجيروسكوب الجاذبية عند تدويمه. ويستطيع الوقوف على طرف القضيب المتصل بالإطار الموجود تحت وسط الدولاب المدوّم مباشرة.

ارتباطات الانترنت

- انقر في العمود على يسار الصفحة للحصول على شروح للمفاهيم التي تحكم فيزياء الحركة.
  www.kapili.com/physics4kids/motion/
- موقعان يوضحان كيف يمكن أن يتصرّف دولاب الدرّاجة مثل جيروسكوب كبير.
  www.exploratorium.edu/snacks/bicycle_wheel_gyro.html
- التحكم في القوى المختلفة لترى إن كان بوسعك إصابة الهدف بكلة المدفع.
  zebu.uoregon.edu/nsf/cannon.html#BB
- اقرأ تفاصيل أفكار أرسطو وغاليليو ونيوتن عن الحركة واستمع إليها. ثم اخضع لاختبار على الشبكة.
  library.thinkquest.org/11924/motion.html
- انقر على موضوعات: Mechanics" "Lesson One للحصول على شروح متقدّمة عن السرعة والتسارع.
  library.thinkquest.org/10796/indexf.htm
- تعريف القوّة في الموسوعة البريطانية.
  www.britannica.com/bcom/eb/article/6/0,5716,35466+1+34834,00.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

إن قوة جاذبية الشمس تجعل حزام الصخور، المعروف بحزام الكويكبات، يواصل الدوران حولها.

الجاذبية

تجذب قوّة الجاذبية الأجسامَ بعضها إلى بعض. ولا يكون هذا الجذب ملحوظاً إلا إذا كانت الأجسام كبيرة جدًا، مثل كوكب ما. وتسمّى المنطقة التي يكون للجاذبية تأثير فيها **مجال (حقل) الجاذبية**. وللأرض والقمر على السواء مجال للجاذبية، رغم أن مجال جاذبية الأرض أقوى بكثير من مجال القمر لأنها جرم أكبر بكثير.

الجاذبية والكتلة

تتوقّف قوة شدّ الجاذبية بين جسمين على مقدار بُعد أحدهما عن الآخر وكتلة كل منهما. **الكتلة** هي مقدار المادة التي يحتوي عليها الجسم، وهي لا تتغيّر البتة. وكل جسمين، مثل حبتيِ طماطم، يجذب أحدهما الآخر، لكن نظرا لصغر كتلتيهما، تكون الجاذبية بينهما صغيرة ولا يكون التأثير ملحوظاً.

الجذب بين هذين الجسمين الصغيرين دقيق جداً بحيث لا يمكن استشعاره.

جاذبية الأرض

يمكن ملاحظة قوّة الجاذبية بين الأرض وأي شيء عليها بوضوح لأن كتلة الأرض كبيرة جدًا.

إن جذب جاذبية الأرض يجعل أي جسم، مثل حبة الكستناء هذه، يسقط على الأرض.

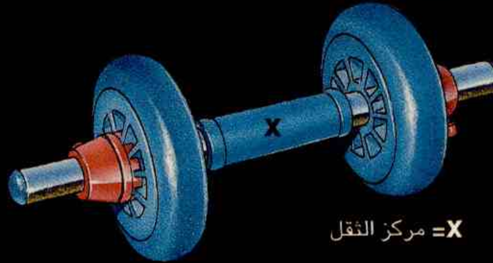
الجاذبية والوزن

الوزن هو قِياس جذب الجاذبيّة لكتلة الجسم. وكلما ابتعد الجسم عن مركز الأرض، قلّ جذب الجاذبية له. ولذلك يقلّ وزنك قليلاً في الارتفاعات الشاهقة (على قمة جبل مرتفع مثلاً) عما يكون عليه في أسفله، رغم أن كتلتك تبقى على حالها.

عندما يسير الروّاد في الفضاء، يكون وزنهم أقلّ بكثير مما هو على الأرض. فهم بعيدون جدا عن مركز الأرض بحيث لا يكون لجاذبيتها تأثير كبير عليهم.

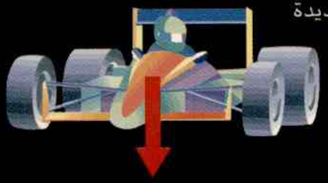
مركز الثقل

تؤثّر الجاذبية على كل جزء من أجزاء الجسم، لكن ثمة نقطة واحدة يبدو أن وزن الجسم بأكمله يتركز فيها. إنه **مركز الثقل**. وغالبا ما يتوازن الجسم عند مركز ثقله.



يقع مركز ثقل هذا الثقل الحديدي في وسطه بالضبط لأنه منتظم الشكل وذو جسمين متناظرين.

الجسم المستقرّ يعود إلى وضعه الأصلي عندما يُمال. ومفتاح الاستقرار هو مركز الثقل. فالجسم لا يسقط إذا مال وبقي مركز ثقله فوق قاعدته.



سيارة السباق شديدة الاستقرار. فمركز ثقلها منخفض وقاعدتها واسعة.

يكون **للجسم غير المستقر** مركز ثقل مرتفع وقاعدة ضيّقة نسبيًا. وإذا ما أميل جسمٌ غير مستقرّ، فسرعان ما يبتعد مركز ثقله ولا يعود فوق قاعدته.

الدرّاجة النارية الساكنة مثال جيّد على الجسم غير المستقرّ. فسرعان ما تقع عند إمالتها.

الأشياء المرتفعة الرفيعة ليست غير مستقرّة بالضرورة. مثال ذلك، الحافلة ذات الطبقتين مبنية بحيث يكون مركز ثقلها منخفضا، ما يجعلها مستقرّة.

القسم السفلي من الحافلة ثقيل لأنه يحتوي على المحرّك والدواليب والهيكل، والقسم العلوي من الحافلة خفيف. لذا يكون مركز الثقل منخفضا.

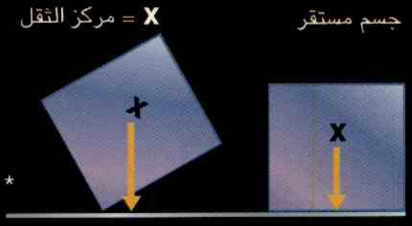
تحقّق بنفسك

اتبع الخطوات التالية لكي تجد مركز ثقل قطعة ورق.

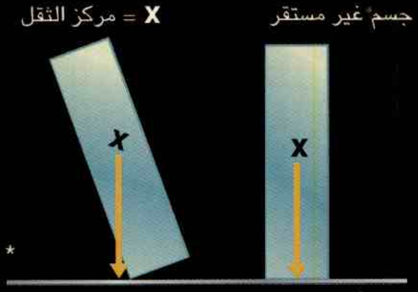
1. أمسك بورقة بحيث تتدلّى.

2. ضعها على حائط وارسم خطا رأسيًا مستقيما على الورقة من حيث تمسك بها.

3. أمسك الورقة من نقطة مختلفة وكرّر الخطوة 2. يكون مركز الثقل حيث يتقاطع الخطان. وإذا ما واصلت هذه العملية، تتقاطع الخطوط في النقطة نفسها.



يبقى مركز ثقل الجسم المستقرّ فوق قاعدته ما لم تتم إمالته كثيرا. ونتيجة لذلك يميل إلى السقوط ثانية على قاعدته.



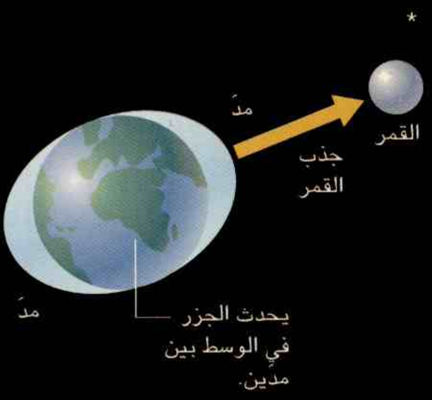
عندما يُمال جسم غير مستقر، لا يعود مركز ثقله فوق قاعدته. وذلك يؤدي إلى انقلابه.

عندما يكون مركز الثقل منخفضا، يجب إمالة الجسم المرتفع كثيرا قبل أن ينقلب.

الأرض والقمر

أثناء دوران القمر حول الأرض، تعمل جاذبيّته عليها. ويكون لذلك تأثير على بحار الأرض فترتفع وتنخفض. تشهد المناطق التي يرتفع فيها الماء مدًا، فيما تشهد المناطق التي لا يرتفع فيها الماء جزرا.

تأثير القمر على المدّ والجزر



وعلى غرار ذلك، تعمل جاذبيّة الأرض على القمر. فتوفر قوّة الجذب المركزي اللازمة لحجز القمر في مدار حول الأرض نفسها.

لمزيد من المعلومات عن قوّة الجذب المركزي، انظر الحركة في دائرة، صفحة 128.

ارتباطات الانترنت

- فيلم واختبار عن الجاذبية. انقر على Bob the atEx-labr للحصول على تجربة. www.brainpop.com/science/forces/gravity/index.weml
- افحص وزنك على أي من الكواكب التسعة واكتشف سبب اختلافه. www.exploratorium.edu/ronh/weight/index.html
- تفسير الجاذبية. www.kapili.com/physics4kids/motion/gravity.html
- لعبة الخط على القمر. www.adha.org/kidstuff/games/lunar/lunar.htm
- أفكار عالم فضاء عن ما هي الجاذبيّة. image.gsfc.nasa.gov/poetry/ask/a11072.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الضغط

يقصّ المقص الحادّ جيّداً لأن النصلين يبذلان ضغطاً على مساحة صغيرة.

تدخل الإبرة خلال قطعة قماش، لكن قلم الرصاص لا يدخل إذا بذلنا القوة نفسها. فرأسا الإبرة وقلم الرصاص المختلفا الشكل يبذلان مقدارين مختلفين من الضغط. يوجد الضغط في كل مكان. وهو يشغّل كثيراً من الآلات ويؤثّر على الطقس. وتبذل الجوامد والسوائل والغازات الضغط على كل السطوح التي تلامسها.

ما هو الضغط؟

عندما تعملُ قوّة على جسم ما فإنها تبذل **ضغطاً**. ويعمل الضغط بزاوية قائمة على الجسم نفسه، وتتوقّف شدّته على مقدار القوّة والمساحة التي يطبّق عليها. مثال ذلك، عندما يمشي أحدهم على الثلج الناعم تغطس قدماه عند لبس أحذية عادية، لكنها لا تغطس عند لبس أحذية الثلج. يبقى وزن الشخص على حاله لكن أحذية الثلج توزع الوزن على مساحة أكبر. وذلك يخفض الضغط.

قاعدة حذاء الثلج تبلغ ستة أضعاف باطن القدم.

الضغط الجوي

الضغط الجوي هو وزن الهواء الذي يضغط نزولاً على سطح الأرض. إن وزن الهواء الضاغط نزولاً على متر مربع يكون أكبر من وزن فيل ضخم. ويكون ضغط الهواء أكبر قرب الأرض وينخفض مع الارتفاع. فعلى ارتفاع 10000م فوق الأرض، حيث تحلّق الطائرات، يكون ضغط الهواء متدنيًا جدًّا نظراً لقلّة الهواء الضاغط على أي شيء هناك. وقلّة الهواء تعني قلّة الأكسجين، لذا تضم الطائرة مقصورات مضغوطة بحيث يتنفس الناس. ويكون ضغط الهواء في داخل الطائرة مساوياً تقريباً لما هو عليه على سطح الأرض.

يقاس الضغط **بالباسكال (Pa)**، وقد أسميت هذه الوحدة باسم العالم الفرنسي بليز باسكال (1623-1662) الذي توصّل إلى اكتشافات كثيرة بشأن ضغط الهواء.

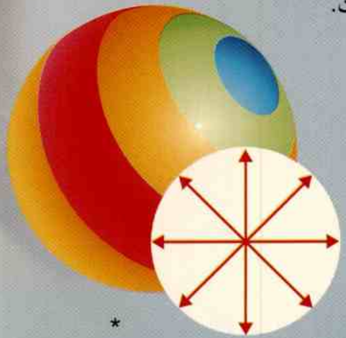
تغيّر الطقس

يُقاس الضغط الجوي بوحدات **المليبار (mb)**. ويتغيّر الطقس بتغيّر الضغط، حيث يشير انخفاض الضغط إلى الطقس السيّئ ويحمل ارتفاع الضغط طقساً مستقراً وصافياً. مثال ذلك يبلغ الضغط الجوي المعتاد عند سطح البحر 1013 مليبار، لكنه يمكن أن ينخفض إلى 910 مليبار أثناء الإعصار.

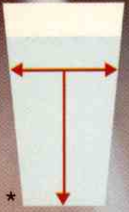
يحمل الضغط الجوي المنخفض أمطاراً غزيرة ورياحاً شديدة.

الضـغـط في المـوائـع

الموائـع (السوائل والغـازات) تغيّر شكلها وفقاً للوعـاء الذي تشغله. ويعمل الضغط بداخلها نحو الخارج في كل الاتجاهات.



يضغط الهواء داخل كرات الشاطىء في كل الاتجاهات ما يبقيها منفوخة.



يبذل السائل في الكوب ضغطاً على الجوانب فضلاً عن القاعدة.

الآلات الهيـدروليـة

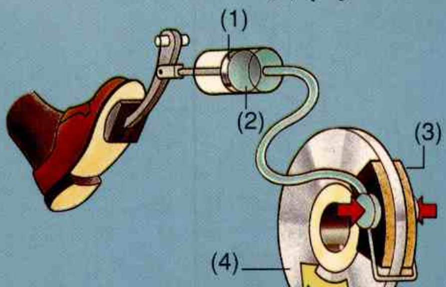
الآلات الهيدروليـة آلات تستمدّ قدرتهـا من ضغط السائل. لا يمكن سحق السائل، لذا إذا ضغطت على قسم من السائل، يزداد الضغط خلاله ويتعيّن على السائل التحرّك إلى مكان ما.

تعمل هذه الذراع الروبوطية باستخدام الضغط الهيدرولي.

فرامل السيّارات هيدروليـة. يُدفـع مـائـع الفرملة خلال نظام الفرامل، ما يُجبر الدواليب على الإبطاء.

كيف تعمل فرامل القدم في السيّارة

يضغط السائق على الدوّاسة فيدفع الكباس (1) الذي يدفع المائع عبر الأسطوانة (2). يتوجّه المائع عبر أنبوب إلى أسطوانتين أخريين (السهمان الأحمران). تضغط الأسطوانتان على نعلي الفرملة (3) مقابل قرص الدولاب. يبطىء الاحتكاك* الدولاب (4).



*احتكاك 124.

الآلات الـهـوائـيـة

تعمل الآلات الهوائية بواسطة ضغط الغازات، الهواء عادة. وخلافاً للسائل، يمكن ضغط الهواء في حيّز أصغر، ما يزيد من ضغطه.

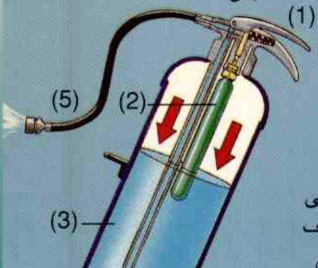
تستمدّ الحفّارة الهوائية، على سبيل المثال، الطاقة من كبّاس يضغط الهواء داخل الحفّارة ضغطاً عالياً. يوفر الهواء المضغوط القوة الكافية التي تجعل الحفّارة تكسر الصخور.

حفّارة بالهواء المضغوط

طفّاية الحريق بالماء والرغوة آلة هوائيّة تستخدم غاز ثاني أكسيد الكربون المضغوط.

كيف تعمل طفّايات الحريق

يؤدي الضغط على المقبض (1) إلى تحرير غاز ثاني أكسيد الكربون من الوعاء (2). يضغط الغاز على مزيج من ماء ومنظف (3) فيدفعه إلى أعلى الأنبوب (4) وعبر الخرطوم (5). فينطلق كنفث من الرغوة والماء.



تحقّق بنفسك

تبيّن لك هذه التجربة كيف أن الهواء يُدفع في كل الاتجاهات. تحتاج إلى كتاب خفيف الوزن وكيس من البلاستيك.

ضع الكتاب على الكيس وانفخ الكيس.

يزداد ضغط الهواء داخل الكيس ويرفع الكتاب.

ارتباطات الانترنت

- اكتشف تأثير الضغط على الغوّاصين تحت الماء. www.uncwil.edu/nurc/Aquqrius/lessons/pressure4.htm
- اقرأ عن كيفية استخدام قدرة الآلات الهيدرولية من شاحنات النفايات إلى قاطعات الأخشاب. www.howstuffworks.com/hydraulic.htm
- كيف تعمل أبراج الماء باستخدام الضغط. www.hpwstuffworks.com/water.htm
- اكتشف علاقة الضغط بتصميم الكراسي والدبابات الحربية. www.bbc.co.uk/sia/force_start.html
- شروحات بسيطة للضغط في غاز أو سائل. www.omsi.edu/sln/air/science/pressure/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

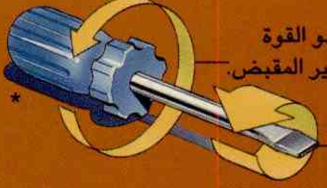
يشكل الدولاب أساساً لكثير من الآلات، وهو أهم الأدوات التي ابتكرت على الإطلاق.

الآلات البسيطة

تسهّل كل الآلات العمل البدني الذي يجب القيام به بأخذ الجهد اللازم لتشغيلها واستخدامه بطريقة أكثر فعاليةٍ. والآلات البسيطة أدوات مثل العتلات والبراغي. وتتكوّن الآلات المعقدة مثل الحفّارات والمِرفاعات من ائتلاف من الآلات البسيطة.

التغلّب على الأحمال

لتحريك أي جسم، عليك أن تتغلَّب على قوّة تدعى **الحِمل**، وهو غالباً ما يكون وزن الجسم. تساعدك الآلة البسيطة في القيام بذلك بأخذ قوّة جهدك وتطبيقها بفعالية أكبر.



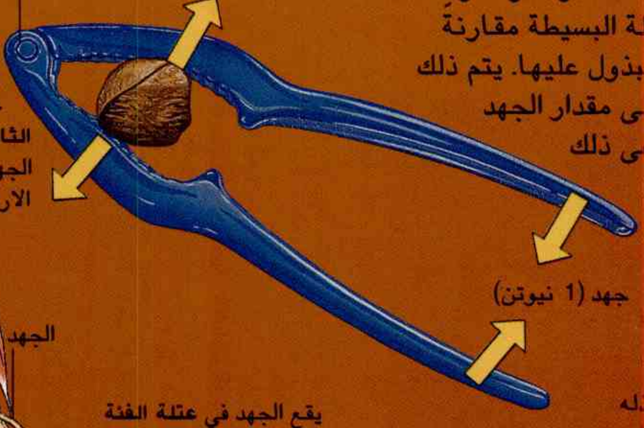
من الممكِن إيجاد مقدار القوّة الزائِدة التي توفرها الآلة البسيطة مقارنةً بمقدار الجهد المبذول عليها. يتم ذلك بقسمة الحمل على مقدار الجهد المستخدم، ويدعى ذلك **نسبة القوّة**.

يبلغ الحمل الذي تبذله كسارة الجوز 4 نيوتن. لكن الضغط على مقبضي الكسارة لكسر الجوز يبلغ 1 نيوتن فقط. لذا تبلغ نسبة القوة 4:1.

إذا كانت نسبة القوّة 4:1، يكون الحِمل الذي تتغلب عليه الآلة أربعة أضعاف الجهد المبذول. وتسمّى مثل هذه الآلات **مكبِّرات القوة**.

العتلات

العتلة قضيب يدور على نقطة ثابتة تدعى **نقطة الارتكاز**، وتسهّل أداء عمل ما. وثمة ثلاث فئات من العتلات، لكل منها ترتيب مختلف لنقطة الارتكاز والجهد والحِمل.



كلما ابتعد الجهد عن نقطة الارتكاز سهُل استخدام العتلة، لذا تكون العتلات الطويلة أكثر فائدة على العموم (انظر قوى الدوران، صفحة 121).

الدواليب

عندما يدور دولاب ما (مثل عجلة القيادة التي تدير عمود القيادة في السيارة) تحوّل القوّة المبذولة على الدولاب إلى قوة أكبر بواسطة القضيب. وكلما كبر الدولاب سهلت إدارة القضيب.

عندما يدار محور، يحوّل الدولاب المتصل به حركة المحور الدائرية إلى حركة خطية مستقيمة يمكنها تحريك الأحمال على الأرض. ودواليب السيارة مثال على ذلك. يدور الدولاب أكثر من المحور لأنه أكبر.

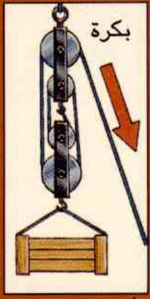
تحقّق بنفسك

لرؤية كيف تعمل عتلة الفئة الأولى، ضع قلم رصاصٍ تحت وسط مسطرة صلبة. ضع كتاباً خفيف الوزن على أحد الطرفين.

جرّب تغيير موقع قلم الرصاص تحت المسطرة. كلما ابتعد الجهد عن نقطة الارتكاز، ازدادت سُهولة رفع الحمل.

البكرات

تساعد البكرات في رفع الأحمال الثقيلة، وغالباً ما تستخدم في المصاعد والمرفاعات. يتصل الحمل بحبل يمرّ حول دولاب محزوز أو أكثر. وعندما يُجذب الطرف الآخر من الحبل، يرتفع الحمل.



البكرات تجعلك تجذب نزولاً بدلاً من الجذب صعوداً، لذا يمكنك استخدام وزنك للمساعدة.

وكلما زاد عدد دواليب البكرة سَهُل رفع الحمل إذ إن وزن الحمل يتوزع على مزيد من الحبل.

البراغي

للبرغيّ مِحور وسنّ يعملان معاً مثل مستوٍ مائل (انظر أدناه) ملفوف حول أسطوانة. المحور هو الأسطوانة وسن البرغيّ هو المستوي المائل.

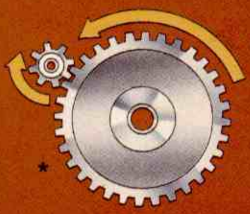
يحوّل دوران البرغي القوّة المسلطة الى قوة مستقيمة أكبر بكثير. ونتيجة لذلك يدخل المحور بسهولة أكبر في الجسم.

التُروس

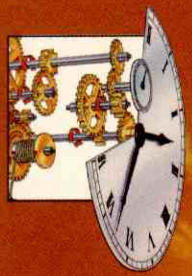
تستخدم التروس لتغيير السرعة في كثير من الآلات المعقدة، من السيّارات إلى الساعات. وهي تقوم بذلك بتغيير حجم قوّة الدوران

تتألّف التروس من دولابين مسنّنين أو أكثر يتعشّقان معاً بحيث أن إدارة دولاب مسنّن واحد تدير الآخر. والدولاب المسنّن الكبير يدير الدولاب الصغير بسرعة أكبر.

تحوّل البريمة قوّة الدوران إلى قوّة مستقيمة.



يغيّر هذا الترس حجم قوة الدوران واتجاهها.



تعمل هذه باستخدام نظام معقد من الدواليب المسنّنة.

يمرّ الكبل الفولاذيّ القويّ فوق الدواليب المحزّزة.

يعمل هذا المرفاع مثل بكرة عملاقة. الحبل مصنوع من كبل فولاذي قوي. ويوفّر محرّك المرفاع قوّة الجذب.

يوجد محرّك المرفاع هنا.

يستطيع الكبل رفع أجسام ثقيلة جدًا مثل مواد البناء الخرسانيّة والفولاذيّة.

ارتباطات الانترنت

- اكتشف لماذا تُعتبر الدرّاجات أداة انتقال فعّالة. انقر على "es and GearsivDr" وعلى "Wheel". www.exploratorium.edu/cycling/
- انقر على er on obeliskvLe لرفع مسلّة باستخدام آلة بسيطة. www.pbs.org/wgbh/nova/lostempires/obelisk/
- اقرأ عن ليوناردو دافنشي وبعض الآلات التي ابتكرها. www.mos.org/sln/Leonardo
- اعرف المزيد عن كيفية عمل التروس والبكرات والمرفاعات.
www.howstuffworks.com/gears.htm
www.howstuffworks.com/pulley.htm
www.howstuffworks.com/tower-crane.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

المستويات المائلة

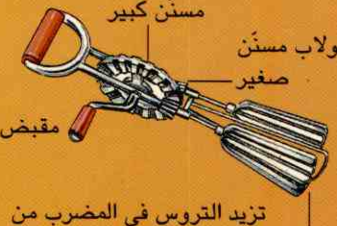
المستوى المائل انحدار شبيه بالسطح المنحدر. وتحريك الأجسام صَعُداً على سطح مائل أسهل من تحريكها عمودياً إلى أعلى لأنك تنتقل قدُماً، لذا تقلّ القوّة اللازمة لمقدار الشغل نفسه.

إذا دفعتَ جسماً على مستوٍ مائل ثمانية أضعاف مسافة رفعه عموديًا، لن تحتاج إلا إلى ثمن القوة

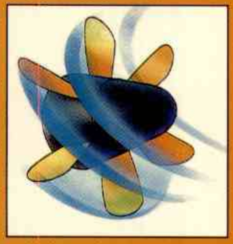
استخدام الآلات البسيطة

يُمكن استخدام الآلات البسيطة لصنع آلات أكثر تعقيداً. بل إن الحيوانات، مثل الكركند إلى اليسار، يمكن أن تكون لديها أجزاء في أجسامها تعمل مثلما تعمل الآلة.
وإليك بعض الأمثلة.

كلاّبتا الكركند عتلتان من الفئة الثالثة.



تزيد التروس في المضرب من حجم قوّة الدوران اللازمة لتحريك المقبض، لذا تدور الشفرات بسرعة.



المراوح شكل بسيط من أشكال البراغي. وهي تستخدم لدفع السفن في الماء ودفع الطائرات في الهواء.

يجمع المثقاب الكهربائي بين التروس وبرغي في مقدّمته، يدعى لقمة. تغيِّر التروس سرعة دوران اللقمة لكي تتمكّن من حفر ثقب بسرعة أو ببطء.

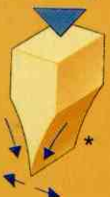
تحوّل الفأس القوّة الهابطة إلى قوّة قطع جانبية. الشفرة عبارة عن إسفين يُباعد فيما تقطع نزولاً.

شادوف أرخميدس أداة قديمة لضخ الماء من الأنهار أو البحيرات.

يُسحب الماء على المستويات المائلة للشادوف الدوّار.

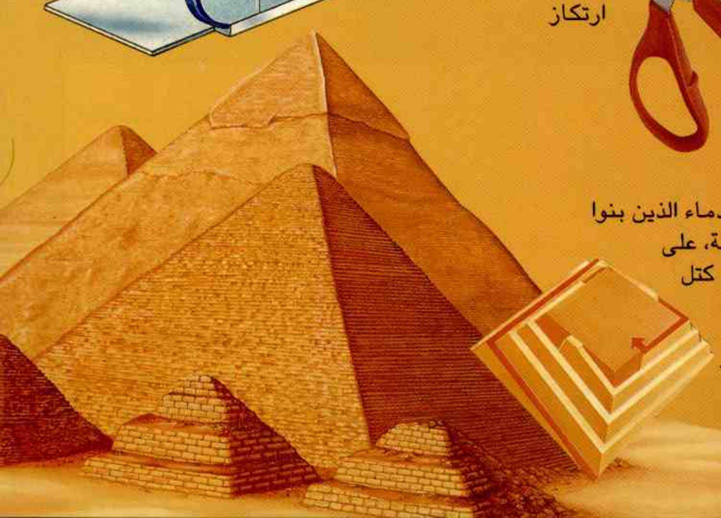
يوفّر المحرّكُ الطاقةَ لمنظومة من التروس والدواليب التي تحرّك الدرجات والدرابزين على سلّم متحرّك.

أسنانك القواطع أسافين. وهي تعمل مثل الفؤوس تباعد بين الطعام فيما تقطعه.



المقصّ عتلة من الفئة الأولى. الشفرتان إسفينان حادّان يقصّان السطوح.

المِهواة عتلة من الفئة الثالثة. عندما تلوّح بها يعمل معصمك بمثابة نقطة ارتكاز.



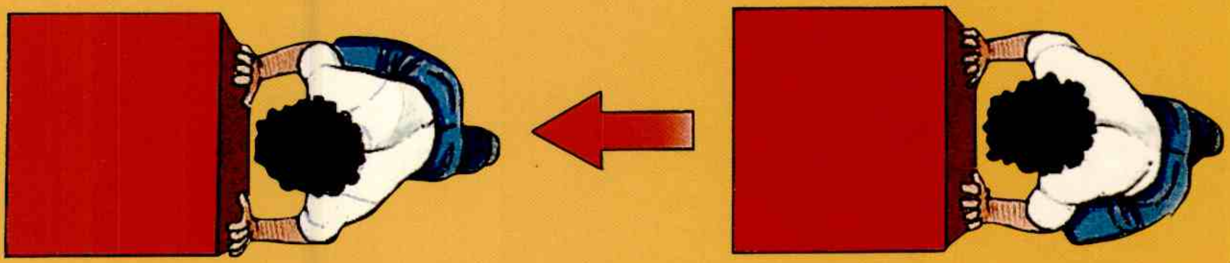
ربما استخدم المصريون القدماء الذين بنوا الأهرامات المستويات المائلة، على شكل منحدرات لولبية، لدفع كتل الصخور الهائلة وتركيبها.
يبلغ ارتفاع الهرم الأكبر 146 متراً.

الشغل والقدرة

لكلمة «شغل» معنى خاص في العلوم. يُبذل **الشغل** عندما تؤدي قوّة إلى تحريك جسم. ولا يُبذل الشغل إلا إذا تحرّك الجسم.

قياس الشُّغل

ينقلُ الشُغل الطاقةَ من جسمٍ إلى آخر، وهو يقاس بوحدات **الجول (J)** على غرار الطاقة. يساوي الجول الواحد الشغلَ المبذول (والطاقة المنقولة) عندما تحرّك قوّة مقدارها نيوتن واحد جسماً مسافة متر واحد في اتجاه القوّة.

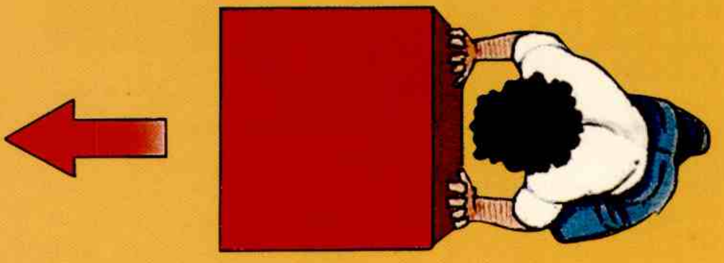


إذا دفع هذا الرجل الصندوق بقوّة مقدارها 100 نيوتن مسافة 3 أمتار ينجز شغلا مقداره 300 جول.

القدرة

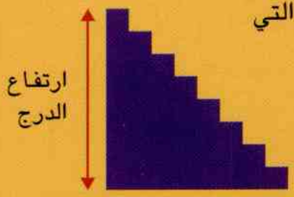
القدرة هي معدّل الشغل المبذول أو الطاقة المنقولة. وهي تقاس بوحدات **الواط (W)**، التي دعيت باسم جيمس واط، وتحسب بقسمة الشغل المبذول على الوقت اللازم لبذله.

القدرة اللازمة لتحريك الصندوق 3 أمتار في الدقيقة تبلغ ضعف القدرة اللازمة لتحريك الصندوق 3 أمتار في دقيقتين.



تحقّق بنفسك

يمكنك أن تقيس مقدار الشغل الذي تبذله (بالجول) عندما تصعد الدرج بقياس ارتفاع الدرج وضربه بوزنك بوحدات النيوتن (وزنك بالكيلوغرام مضروباً بـ 10). قسّم الشغل الذي تبذله على الوقت اللازم لإنجازه لتعرف مقدار القدرة التي بذلتها (بالواط). وكلما زادت سرعتك ارتفعت القدرة المبذولة.



ارتباطات الانترنت

- تفسير واضح لما تعنيه الفيزياء بكلمة شغل.
www.kapili.com/physics4kids/motion/work.html
- اكتشف مقدار الشغل الذي ينجزه جسمك (الأجوبة بالكالوري. جول = كالوري 4.19).
homearts.com/helpers/calculators/burncal.htm
- سيرة المخترع جيمس واط.
www.britannica.com/bcom/eb/article/5/0,5716,78305+1,0 0.html
- تعريف القدرة وعلاقتها بالشغل.
www.britannica.com/bcom/eb/article/1/0,5716,62661+1+6 1127,00.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

الطَّفْو

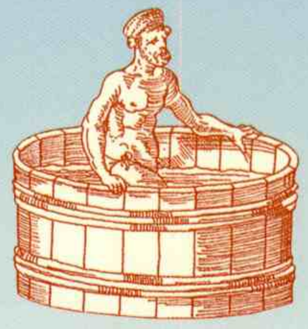
لماذا تطفو بعض الموادّ في الماء لا في غيره؟ وما سبب قلّة الموادّ التي تطفو في الهواء؟ عن طريق فهم مبادىء الطفو (والغطس)، يستطيع المهندسون بناء سفن من معادنٍ أثقل من الماء وتطفو عليه، وأيضاً تصميم مركبات هوائية ومناطيد بالهواء الساخن تطفو في الهواء.

تملأ مناطيد الهواء الساخن بهواء أخفَّ من الهواء البارد خارجها، فترتفع لأن الهواء الساخن يطفو.

لماذا تطفو الأشياء

عندما يوضع جسم في الماء، فإنه يدفع جانباً، أو **يزيح**، بعض الماء. ويشغل الحيّز الذي كان فيه الماء ويرتفع مستوى الماء.

وتروي الأسطورة أن العالم الإغريقي أرخميدس (287-212 ق.م) أدرك كيف تزيح الأجسام الماء عندما دخل مغطس الحمام.



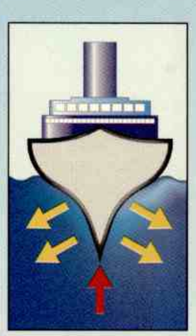
هذه صورة من القرون الوسطى لأرخميدس يتوصّل إلى اكتشافه.

يدفع الماء الجسمَ الذي وُضع فيه بقوة تدعى **الدفع العلويّ**. إن كانت هذه القوة مماثلة لوزن الجسم، يطفو الجسم. ويكون وزن الجسم مساوياً لوزن الماء الذي أزاحه.

مبدأ أرخميدس

ينص **مبدأ أرخميدس** على أن الدفعَ العلوي الذي يعمل على الجسم يساوي وزن السائل الذي يزيحه الجسم. يغطس الجسمُ في سائل، مثل الماء، ويتابع غوصه ما لم تتساوى قوّة الدفع العلوي للسائل مع وزن الجسم.

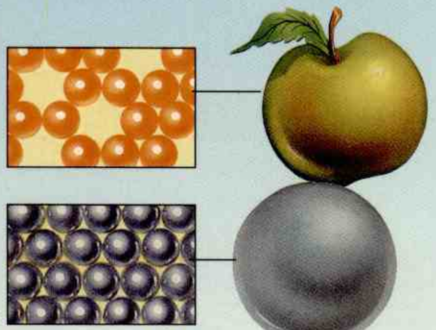
* يُزاح الماء عند إنزال المركب (السهمان الأصفران). ويضغط الدفع العلوي (السهم الأحمر) على المركب.



عندما يتساوى الدفع العلوي للماء مع وزن المركب، يستقرّ المركب على الماء ويطفو بثبات.

الكثافة

قد يطفو جسمٌ فيما يغطس جسم آخر مماثل له في الحجم. تكون للأجسام متساوية الحجوم أوزان مختلفة إذا اختلفت كثافتها. و**الكثافة** هي مقياس لمقدار المادة في جسم ما (كتلته) مقارنة بحجمه.



* الكرة الفولاذية أثقل من تفاحة بالحجم نفسه لأنها أكثر كثافة. فمادّتها متراصة بشدة أكبر. تطفو التفاحة (أوتكاد) لكن الكرة الفولاذية تغوص.

الطفو في الهواء

الهواء، مثل الماء، يدفع الجسم بقوّة تدعى الدفع العلوي. وهي تساوي وزن الهواء الذي يدفعه الجسم جانبا. وإذا تساوى الدفع العلوي مع وزن الجسم، يطفو الجسم، لكن الهواء خفيف جدًّا بحيث لا تطفو فيه إلا قليل من الأشياء. لكن مناطيد الهواء الساخن والسفن الهوائية تطفو في الهواء لأن الهواء الساخن والهليوم أخفّ من الهواء البارد.

تبنى السفن الهوائية بحيث يوضع الهليوم في سلسلة من الخلايا المنفصلة. فاذا انفجرت خليّة يُفقد الهليوم الموجود فيها فحسب.

يبيّن هذا الشكل سفينةً هوائية مملوءة بغاز الهليوم، وهو غاز أخفّ من الهواء.

*

كيف تطفو السفن

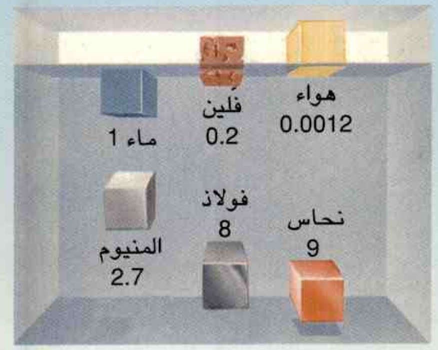
تُصنع السفن الحديثة من الفولاذ الذي تبلغ كثافته ثمانية أضعاف كثافة الماء. لكنها لا تغوص لأن كثافتها الإجمالية أقل من كثافة الماء. ومرد ذلك أن السفن مجوّفة، والفراغ الموجود بداخلها يجعلها أقل كثافة من الماء. ويدفع حجمها الهائل جانباً (أو يزيح) مقداراً كبيراً من الماء، لذا يُحدث قوّة دفع علوي كبيرة على السفينة.

تزيح سفينة المستوعبات كثيراً من الماء ما يجعلها تطفو حتى لو كانت مشحونة بالكامل. فالماء المزاح ينشىء دفعاً علوياً هائلاً على السفينة الضخمة.

الكثافات النسبية

لكي يطفو الجسمُ في الماء، يجب أن تكون كثافتُه أقلّ من كثافة الماء أو تساويها. فإن لم تكن كذلك، لا يوفر الماء الدفع العلوي الكافي لحمله.

الكثافة النسبية للجسم هي كثافته عند مقارنتها بكثافة الماء. تساوي الكثافة النسبية للماء 1، لذا يغطس الجسم إن كانت كثافته النسبية أكبر من 1، لكنه يطفو إن كانت 1 أو أقل.



*

تبيّن هذه الصورة الكثافات النسبية لمواد مختلفة. كل الفلزات تقريباً أكثف من الماء.

تحقّق بنفسك

يمكنك استخدام كرة من معجون التشكيل لإظهار كيف تطفو السفينة. إذا أسقطتَ الكرة في الماء تغطس. ومردّ ذلك أن الكرة أكثف من الماء. لكن إن شكلت قطعة المعجون نفسها كطاسٍ مجوّفة فسوف تطفو.

تطفو الطاس رغم أن وزنها مساوٍ للكرة لأنها تدفع مزيدا من الماء جانبا. وتساوي قوّة الدفع العلوي وزنها.

يطفو المعجون الذي يأخذ شكل الطاس.

تغطس كرة المعجون.

ارتباطات الانترنت

- الغازات والكثافة والطفو يضم صوراً وأفلام فيديو. www.omsi.edu/sln/air/science/
- موقع وب Breitling Orbiter، أول منطاد بالهواء الساخن يدور حول الأرض بدون توقّف. www.breitling.com/eng/aero/orbiter
- تعلّم عن الطفو بواسطة التجربة وربطها بمزيد من الأنشطة. www.uncwil.edu/nurc/Aquarius/lessons/buoyancy.htm
- كيف تطير السفن الهوائية. www.americanblimp.com/fly.htm
- نشاطات متنوّعة تتعلّق بالمناطيد. www.nasm.edu/galleries/gal109/LESSONS/TEXT/HOTAIR.HTM

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

السفن والمراكب

كانت السُّفنُ والمراكبُ ذات يوم تعتمدُ على الريح أو القوّة البشرية لإمدادها بالطاقة. ولما ابتُكرت المحرّكات صارت الرّفاسات* (أو المراوح) تُستخدم لدفع السفن في الماء. وتضمّ الابتكارات الأحدث للمراكب القواربَ الزلاّقة والحوّامات.

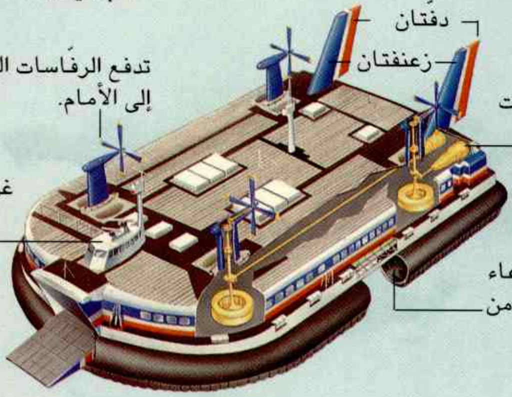
استخدم الفايكنغ في القرن التاسع سفناً كهذه، تسيّر بالأشرعة فضلاً عن المجاذيف.

الناقلات

تحمل الناقلات النفط أو غيره من السوائل في خزّانات. والناقلات العملاقة هي أكبر السفن في العالم.

الحوّامة

تسفّ الحوّامة (وتدعى أيضاً مركبة الوسادة الهوائية) سطح الماء على وسادة من الهواء داخل وعاء مطاطي.



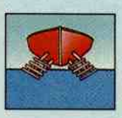
سفن الركّاب

سفن الركاب الكبيرة الفخمة مصمّمة لنقل مئات الأشخاص في الإجازات.

القوارب الزلاّقة

للقوارب الزلاّقة ركائز متصلة «بجوانح» تحت الماء تدعى رقائق. عندما يسرع القارب الزلاّق يرتفع بدنه عن الماء ما يخفض مقاومة الماء. وثمة تصميمان للرقائق هما الرقائق الخارقة للسطح والرقائق السلمية.

قارب زلاّق ذو رقائق خارقة للسطح


قارب زلاّق ذو رقائق سلمية

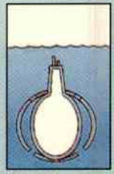
سفن المستوعبات

تحمل سفن المستوعبات البضائع في حاويات معدنية كبيرة. ويمكن تفريغ هذه المستوعبات وتحميلها بسرعة بواسطة المرفاعات. وتستطيع السفينة الواحدة حمل مئات المستوعبات.

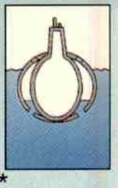
*رفاسات، 136.

الغوّاصات

تستطيع **الغواصات** الغطسَ والطفو بتغيير كثافتها النسبية*. فهي تحمل خزّانات كبيرة تسمى **خزّانات الصابورة**. عندما يُطرد الهواء من هذه الخزانات ويُستبدل الماء به، تزداد كثافة الغوّاصة فتغطس. وعندما تريد الصعود إلى السطح يُضخّ الهواء في الخزانات ثانية ويجبر الماء على الخروج منها. يقلل ذلك من كثافة الغوّاصة فتصعد إلى السطح.



تغطس الغوّاصة عندما تملأ خزّانات الصابورة بالماء.



ترتفع الغوّاصة عندما يضخّ الهواء في الخزانات ثانية ويجبر الماء على الخروج.

تحقّق بنفسك

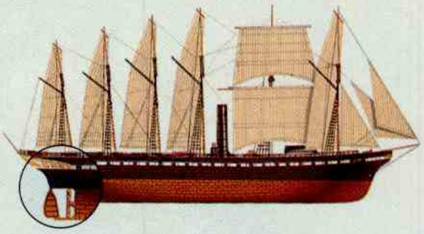
ضع سدادة قنينة بلاستيكية فارغة وأمسك بها تحت الماء. أفلتها الآن فتندفع القنينة إلى السطح.

إملأ القنينة بالماء فتزداد كثافتها، لذا تبقى الآن تحت الماء، على غرار الغوّاصة التي مُلئت خزانات الصابورة فيها بالماء.

ارتباطات الانترنت

- معلومات عن السفن والملاحة وعلم الإبحار من القدم حتى يومنا الحاضر. www.ruf.rice.edu/~feegi/
- جولة حول الغوّاصات في موقع برنامج Secrets and SpiesinesSubmar ، لتلفزيون PBS. www.pbs.org/wgbh/nova/subsecrets/
- تعلّم عن تاريخ السفن وبناء السفن. www.thenews.co.uk/gec/
- تفحّص السفن الحربية القديمة في حوض بناء السفن التاريخية في بورتسموث ببريطانيا. www.cix.co.uk/~flagship/
- استكشف ميناء بحريًا قديماً ومسفناً في كونكتيكت بالولايات المتحدة. www.mysticseaport.org/visiting/exhibits/welcome.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

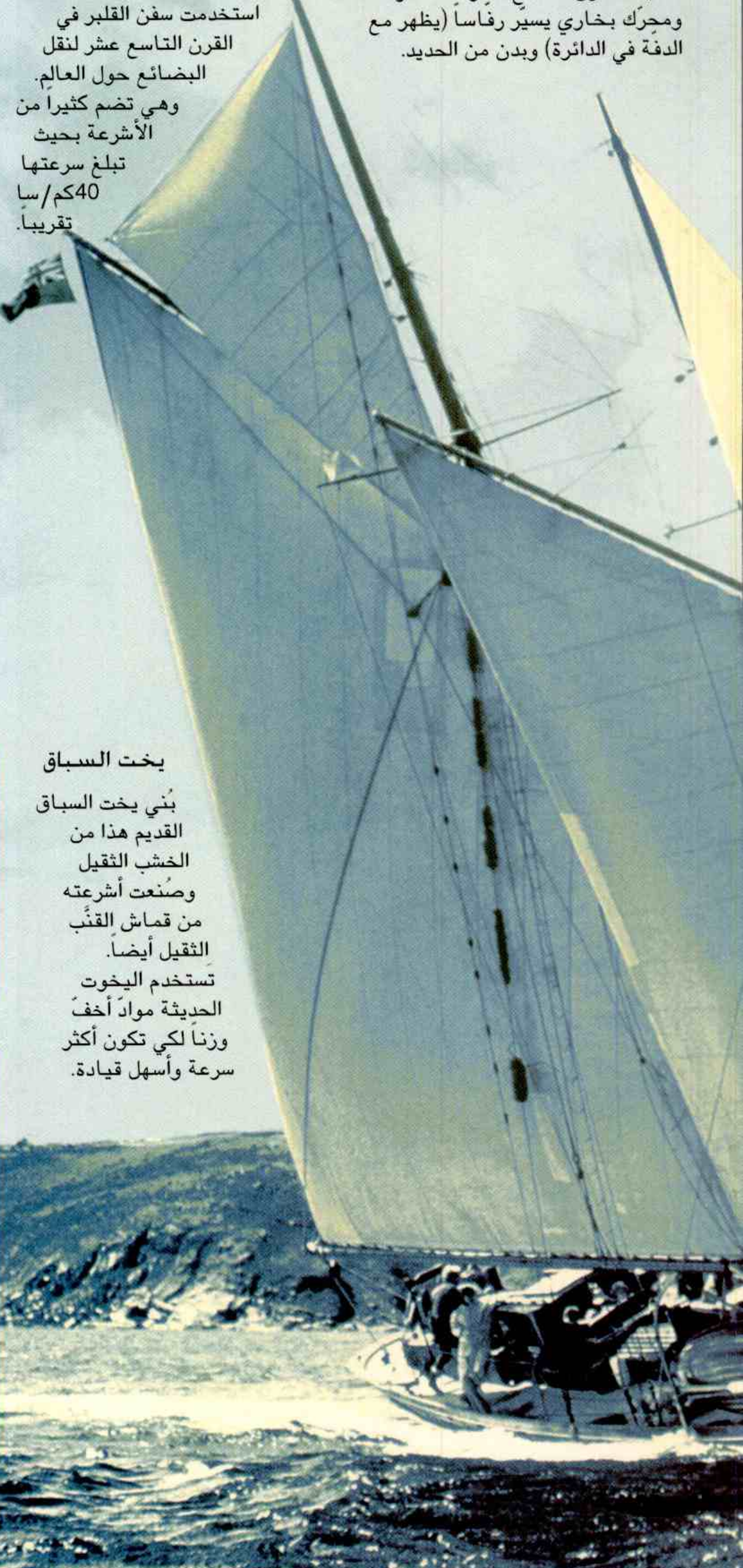


سفينة حديدية

لسفينة القرن التاسع عشر هذه أشرعة ومحرّك بخاري يسيّر رفّاساً (يظهر مع الدفة في الدائرة) وبدن من الحديد.

القلبر

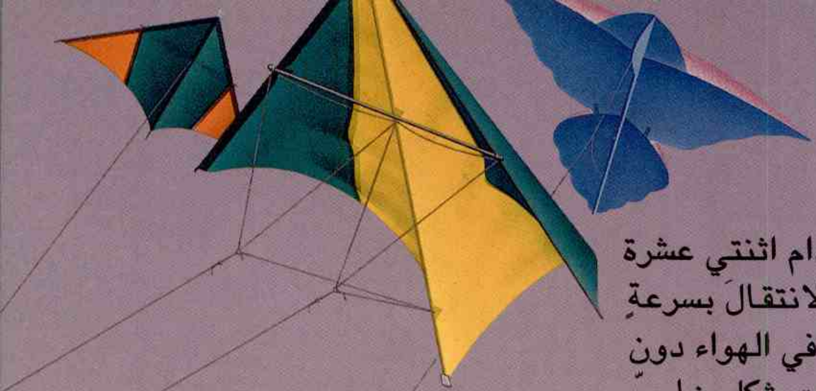
استخدمت سفن القلبر في القرن التاسع عشر لنقل البضائع حول العالم. وهي تضم كثيراً من الأشرعة بحيث تبلغ سرعتها 40كم/سا تقريباً.



يخت السباق

بُني يخت السباق القديم هذا من الخشب الثقيل وصُنعت أشرعته من قماش القنّب الثقيل أيضاً. تستخدم اليخوت الحديثة موادّ أخفّ وزناً لكي تكون أكثر سرعة وأسهل قيادة.

*كثافة نسبية، 139.



الطيران

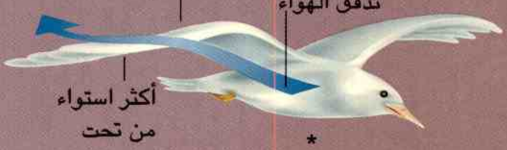
حدث أوّل طيران بمحرّك قبل قرن من الزمن ودام اثنتي عشرة ثانية فحسب. واليوم تستطيع الطائراتُ الانتقالَ بسرعةٍ تفوق سرعة الصوت، وتستطيع الطوّافات التحويم في الهواء دون حراك. ولأجنحة الطائرات وشفرات مراوح الطوّافات شكل خاصّ يساعدها في الطيران.

الطيّارات الورقية هي أوّل الأشياء التي تمكّن البشر من تطييرها.

كيف تطير الطائرات

تستطيع الطائرات الطيرانَ بسبب شكل أجنحتها. فالأجنحة منحنية من فوق وأكثر استواء من تحت. ولجناحي الطائر الشكل نفسه. ويسمّى **سطح الانسياب الهوائي**.

مقطع عرضي يبيّن شكل سطح الانسياب الرافع.



يقطع الهواء فوق الجناح الانسيابي الهوائي مسافة تفوق المسافة التي يقطعها الهواء تحته. وعندما تزداد سرعة تدفّق غاز، مثل الهواء، يقلّ ضغطه. يسمّى ذلك **مبدأ برنولي**. وبسببِ ذلك يكون للهواء الأبطأ المتدفق تحت الجناح ضغط أعلى فيدفع الجناح نحو الأعلى. تسمّى هذه القوّة **قوّة الرفع**، وهي تؤدي إلى ارتفاع الجناح في الهواء.

الطائرات الشراعية خفيفة جدًّا وتكون قوّة الرفع قويّة ما يكفي للتغلب على قوّة الجاذبية التي تشدّها إلى أسفل. وتحتاج الطائرات الثقيلة إلى قوّة تدعى **قوّة الدسر** للبقاء في الهواء. والدسر هو القوّة التي تدفع الطائرة إلى الأمام، وهي التي توفرها محرّكات الطائرة.

توفّر المراوح الدسر بدفع الطائرة في الهواء.

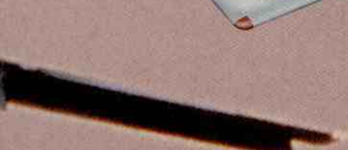
كلما كان الدسر الذي يوفّره المحرّك أكبر، ازدادت سرعة الطائرة. وتحسّن هذه السرعة الأكبر قوّة رفع الطائرة. فكلما ازدادت سرعة حركة الجناحين في الهواء تعاظم الفارق في ضغط الهواء فوقهما وتحتهما.

توفّر المحرّكات النفّاثة الدسر بدفع الطائرة في الهواء.

قوى الطيران الأربع

تبيّن الأسهم في هذه الصورة قوى الطيران الأربع: الرفع والجاذبية والسّحب والدّسر.

في الطيران المستوي، يساوي الرفع قوة الجاذبية، ويساوي الدسر مقاومة الهواء إذا كانت السرعة ثابتة.



السّحب أو **مقاومة الهواء** هو قوّة أخرى تعمل على الطائرة. وهي قوّة الاحتكاك الذي يحدث عندما يتحرّك شيء في الهواء.

يزداد السحب عند ارتفاع السرعة، لذا تكون الطائرات فائقة السرعة انسيابية لتخفيض السّحب. وتصمّم الطائرة الانسيابية بحيث يتحرّك الهواء حولها بسلاسة أكبر.

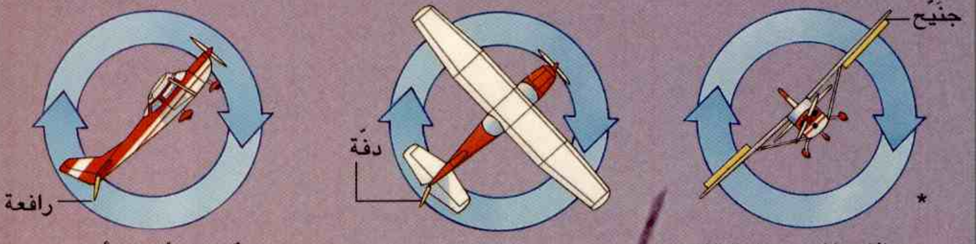
مقطع عرضي لجناح الطائرة

*احتكاك، 124.

كيف يتم التحكّم بالطائرات

تحتاج الطائرة إلى التمكّن من الارتفاع والهبوط والانعطاف والميل الجانبي. ولتحقيق ذلك، يُزوّد الجناحان والذيل بقلابات ذات مفصّلات. تسمّى هذه **سطوح التحكم**. وهي تتكوّن من **الجنيّحات** على الجناحين و**الرافعات** و**الدفّة** على الذيل. عندما يستخدم الطيّار سطح تحكم معيّن، يزيد السحب على ذلك الجزء من الطائرة فيدفعها ذلك إلى موقع جديد، كما هو مبين في الرسم أدناه.

كيف تعمل سطوح التحكم



عند الانعطاف، تميل الطائرة جانبيًّا أيضاً. يسمّى ذلك تمايلاً. ويتم التحكم به بالجنيّحات على الجناحين.

يسمى الانعطاف إلى اليسار أو اليمين انعراجاً. ويتم التحكم فيه بواسطة الدفة على زعنفة الذيل

يسمّى التحرّك إلى أعلى وأسفل خطراناً. ويتحكم فيه بالرافعات على سطح الذيل.

تحقّق بنفسك

يمكنك إنشاء جناح انسياب هوائي بواسطة قطعة ورق 15سم × 5سم وقلم رصاص.

اطوِ الورقة بالنصف بحيث تتطابق الحافتان القصيرتان. إبعد إحدى الحافتين 1.5سم عن الحافة الأخرى وألصقها. يشكل ذلك سطح انسياب هوائي. مرّر القلم بداخلها، كما هو مبين.

ضع الحافة المعلّقة فوق القلم قرب شفتيك. انفخ على أعلى الطيّة بشكل منتظم. يؤدي الفارق في تدفق الهواء فوق الجناح وتحته إلى ارتفاعه.

يوجد في طائرات الركاب النفاثة ثلاثة أو أربعة محرّكات.

طائرة إيرباص هذه فوق اليابسة مباشرة. عندما يتحكم الطيّار بهبوط الطائرة، تشدّ الجنيحات والرافعات والدفّة إلى أعلى وأسفل أو إلى الوراء والأمام بشكل دائم.

يقلّل دسر المحرّك شيئاً فشيئاً بحيث تفقد الطائرة قوّة الرفع، فتهبط على الأرض بشكل تدريجيّ.

تُطوى دواليب الطائرات النفاثة الكبيرة كهذه أثناء الطيران لتقليل قوّة السحب على الطائرة.

جنيّح. عندما تطير في المرّة القادمة، راقب تحرّك الجنيّحات خلف الجناحين.

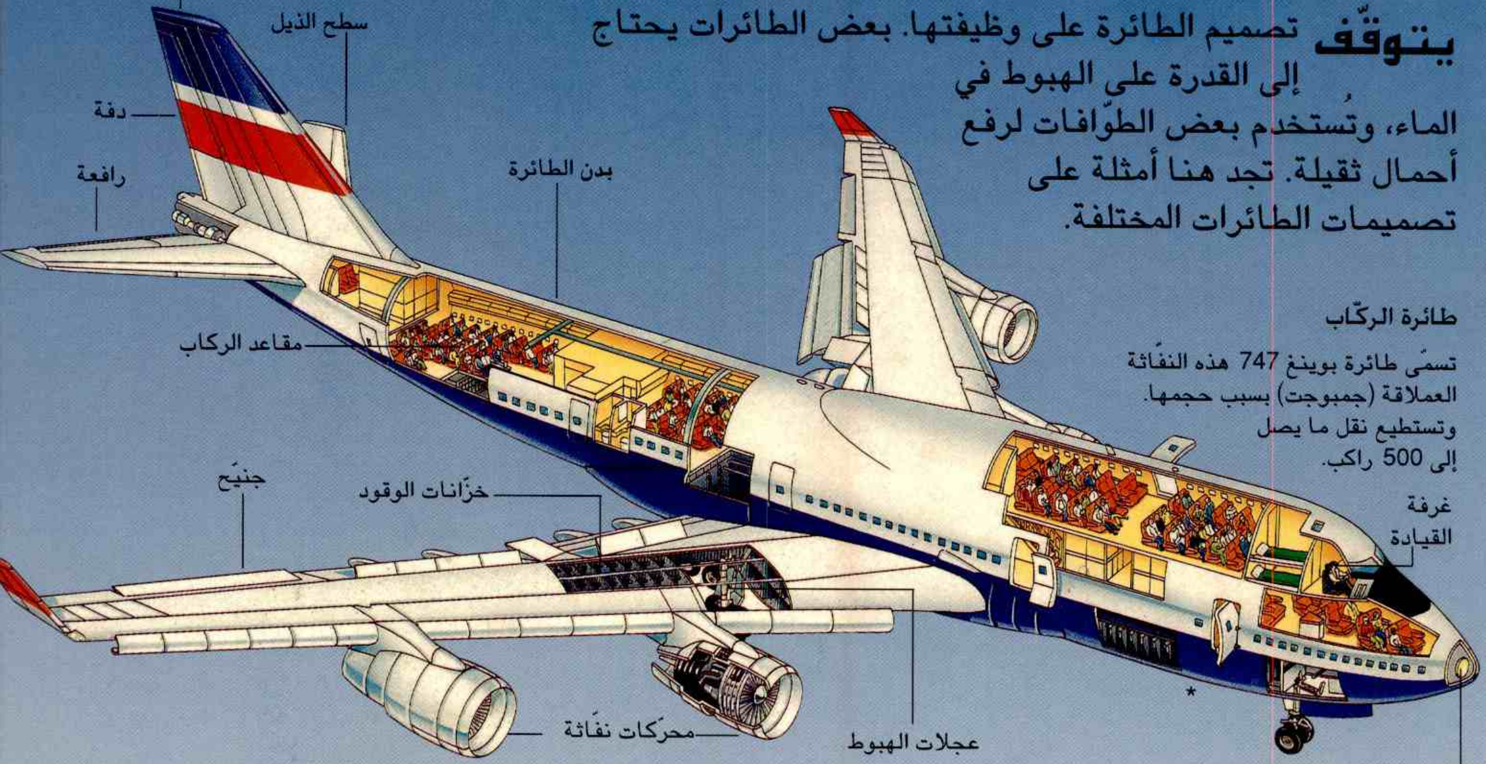
ارتباطات الانترنت

- تفحّص الطيران في موقع متحف الهواء والفضاء الوطني على الوب.
  www.nasm.edu/galleries/gal109/NEWHTF/HTF050.HTM
- معلومات كثيرة عن الطيران مع ارتباطات بمواقع أخرى.
  www.howstuffworks.com/airplane.htm
- شرح مبادىء الطيران.
  www.allstar.fiu.edu/aero/princ2.htm
- تعرّف إلى كل ما يتّصل بالديناميكا الهوائية في هذا الموقع الشامل وجيد التصميم.
  library.thinkquest.org/25486/
- يشرح هذا الموقع القوى التي تعمل على الطائرة الورقية.
  www.exploratorium.edu/exploring/paper/airplanes.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

تصميم الطائرات

يتوقّف تصميم الطائرة على وظيفتها. بعض الطائرات يحتاج إلى القدرة على الهبوط في الماء، وتُستخدم بعض الطوّافات لرفع أحمال ثقيلة. تجد هنا أمثلة على تصميمات الطائرات المختلفة.



طائرة الركّاب

تسمّى طائرة بوينغ 747 هذه النفّاثة العملاقة (جمبوجت) بسبب حجمها. وتستطيع نقل ما يصل إلى 500 راكب.

الطائرة متحرّكة الجناحين

هذه مقاتلة نفّاثة متحرّكة الجناحين من طراز بانافيا تورنادو. يمكن أن يكون جناحاها المتحرّكان مستقيمين (أفضل للطيران بسرعات منخفضة والهبوط) أو مائلين إلى الخلف (أفضل للطيران عالي السرعة).

يتحرّك الجناحان بهذه الزاوية

الطائرة البحرية

هذه طائرة بحرية من طراز كندير CL-415. يمكنها الإقلاع من الماء والهبوط عليه. وتستطيع الطفو لأن بدنها مشكل مثل القارب.

ولهذه الطائرة دواليب أيضاً لكي تتحرّك على اليابسة. ومثل هذه الطائرات تدعى برمائيّة.

الطائرة الخفيّة (الشبح)

لطائرة نورثروب B2 ستيلث جناح طائر غريب الشكل يساعدها في تجنّب الكشف بالرادار. ويزيد باع جناحيها على 52 متراً.

القاذفة الخفيّة ستيلث مصنوعة من موادّ تمتصّ موجات الرادار.

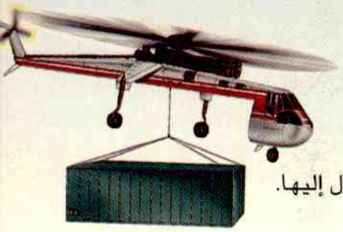
طائرة ركّاب أسرع من الصوت

طائرة الكونكورد هي طائرة الركاب الوحيدة الأسرع من الصوت.

يُساعدها جناحاها اللذان يتّخذان شكل مثلث (انظر الصفحة 145) على الطيران بسرعة تصل إلى 2333 كم/سا.

الطوّافات الناقلة للأحمال

تحمل سيكورسكي سكاي كرين أحمالاً ثقيلة إلى أماكن يصعب الوصول إليها.



وتستطيع سكاي كرين حمل وزن 150 شخصاً. وهي هنا تنزل غرفة جاهزة الصنع في موقع بناء

أوّل طيران

جرى أوّل طيران ناجح بواسطة محرّك في سنة 1903 بطائرة فلاير 1. وقد صممها وبناها الأخوان رايت في الولايات المتحدة. طارت الطائرة نحو 12 ثانية وارتفعت قليلاً عن الأرض فقط.

صورة مكشوفة تبيّن بنية الجناح.

صُنعت أجنحة فلاير 1 من قماش القنّب الممدود فوق إطار خشبي.

الطوّافات

يمكن أن تطير الطوّافة في أي اتجاه أو تحوّم في الهواء دون حركة. أرياشها الدوّارة جنيّحات* توفر الرفع عندما تدور بسرعة. ولتوفير قوّة الدفع* تمال الأرياش إلى الأمام. وهي تدفع الهواء خلفها ما يحرّك الطوّافة إلى الأمام.

لهذه الطوّافة روبنسون R22 ريشتان دوّارتان. وبعض الطوافات لها ثلاث أو أربع.

أرياش الذيل تحفظ استقرار الطوّافة. وبدونها تدور الطوافة حول نفسها. وتستخدم أرياش الذيل أيضاً للانعطاف.

ليس لهذه الطوافة دواليب، بل تستقر على الأرض على شفرتين منبسطتين تدعيان زحّافتين.

النفّاثات القافزة

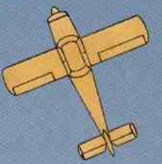
طائرة هاريير هي طائرة إقلاع وهبوط عمودية(**VTOL**) أو نفّاثة قافزة. وهي لا تحتاج إلى مدرج للإقلاع.

طائرة إقلاع وهبوط عمودي لها دفاعات توجّه الطاقة الصادرة عن محركاتها النفاثة. أثناء الطيران العادي، تتجه الدفاعات إلى الخلف، ما يدفع الطائرة إلى الأمام.

هذه الهاريير تقوم بالإقلاع. دفاعاتها تتجه نحو الأرض فتدفع الطائرة إلى أعلى.

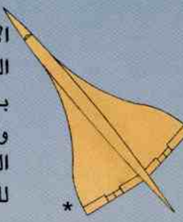
شكل الجناح

إن سرعة الطائرة تعتمد على شكل أجنحتها فضلاً عن حجم محرّكاتها.



الأجنحة المستقيمة توفر الرفع* الكافي للطيران متدني السرعة دون سحب* كبير.

الأجنحة المائلة إلى الخلف تقلّل السحب عند السرعات العالية، وتحتاج إليها الطائرات كبيرة الحجم مثل طائرات الركاب.



الأجنحة المثلّثة تمكّن الطائرة من الطيران بسرعات فوق صوتية. وتستخدم أسرع الطائرات هذا الشكل للجناح.

تحقق بنفسك

الأجنحة في نموذج الطائرة تعمل مثلما تعمل في الطائرة الحقيقية.

بإمكانك صنع طائرة ورقية يمكن أن تدور وتؤدي حركات بهلوانية. للحصول على تعليمات لصنع القالب وإرشادات الطيران، انتقل إلى الموقع *www.usborne.com* ، وانقر على Quic""klinks ثم اتبع التعليمات.

ارتباطات الانترنت

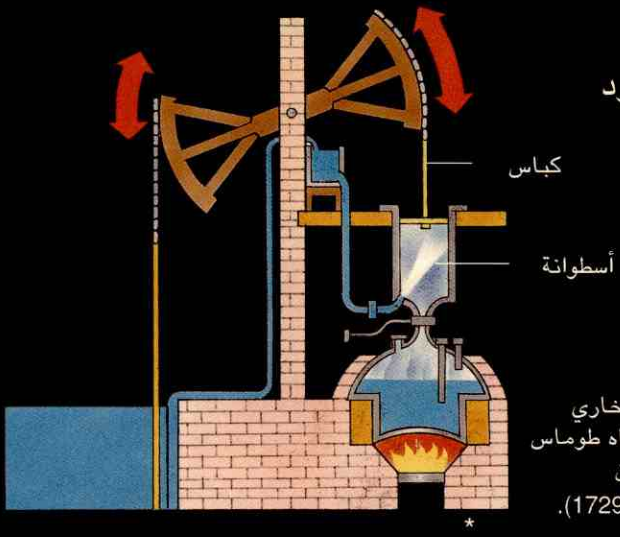
- للحصول على معلومات عن الأخوين رايت. *www.first-to-fly.com/*
- اكتشف كيف تستخدم الأنفاق الهوائية لاختبار الطائرات وتصميمها. *observe.ivv.nasa.gov/nasa/aero/tunnel/tunnel_main.html*
- انقر على البنود تحت "Rings, Wings, and Other Flying Things" لترى كيف تصنع أجساماً طائرة غير عادية. *www.exploratorium.edu/science_explorer/index.html*
- موقعان يوفّرهما صانعان مختلفان للطائرات مع أوصاف مفصّلة وصور فوتوغرافية لمنتجاتهما. *www.boeing.com* *www.airbus.com*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

*جنيح، سحب، رفع، قوة دفع، 142.

المحرِّكات

المحرّكات آلات تحوّل الطِاقة المخزونة في الوقود إلى حركة. وهي تُطلق الطاقة الموجودة في الوقود بالاحتراق، أي بإحراقه. ويمكن أن يتم ذلك خارج المحرّك (**احتراق خارجي**) أو داخل المحرّك (**احتراق داخلي**).



محرِك بخاري مبكر بناه طوماس نيوكومن (1663-1729).

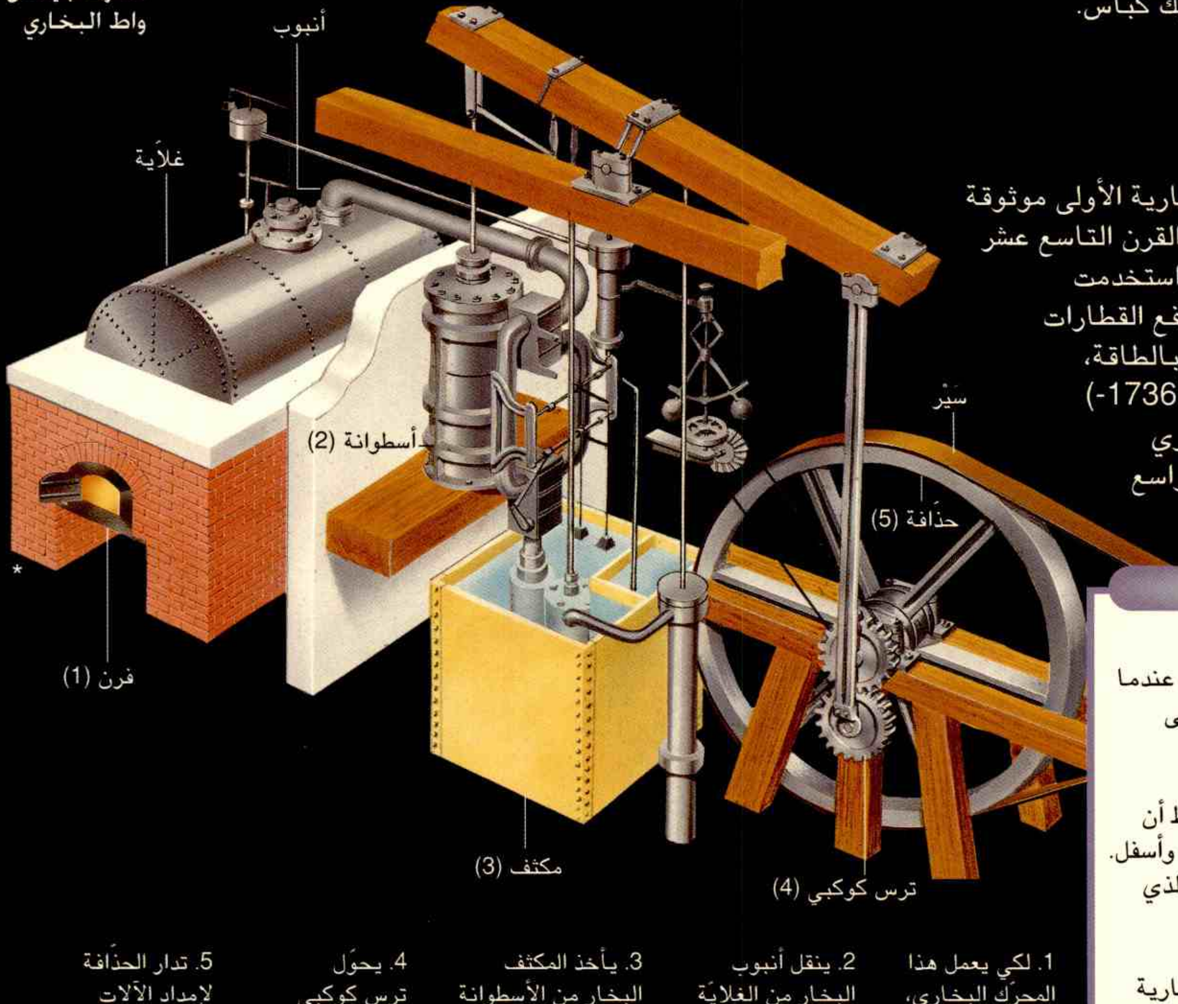
المحّركات البخارية

المحرّكات الأولى كانت **محرّكات بخارية**. وقد ابتُكرت قبل نحو 300 سنة واستخدمت الاحتراق الخارجي.

في غرفة خارج المحرّك تدعى **الفرن**، كان الخشب أو الفحم يُحرق لغلي الماء. وذلك يُنتج البخار. ولأن البخار يتمدّد ليشغل 2000 ضعف الحيّز الذي يشغله الماء، يمكن استخدامه لتحريك كبّاس.

محرّكات أفضل

لم تكن المحرّكات البخارية الأولى موثوقة جدًا أو فعّالة، لكن في القرن التاسع عشر تحسّنت التكنولوجيا واستخدمت المحرّكات البخارية لدفع القطارات وتزويد آلات المصانع بالطاقة، وقد صمّم جيمس واط (1736-1819) المحرّك البخاري المستخدم على نطاق واسع والمبيّن هنا.



1. لكي يعمل هذا المحرّك البخاري، يُحرق الفحم في فرن لتسخين الماء في الغلاّية.

2. ينقل أنبوب البخار من الغلاّية إلى الأسطوانة. يدفع البخار كبّاسًا داخل الأسطوانة.

3. يأخذ المكثف البخار من الأسطوانة وينزل الكبّاس. يتحوّل البخار إلى ماء.

4. يحوّل ترس كوكبي حركة الكبّاس إلى حركة دوّارة.

5. تدار الحذّافة لإمداد الآلات الصناعية المتصلة بها بواسطة سير بالطاقة.

تحقّق بنفسك

يمكنك رؤية قوّة البخار عندما يغلي قدر ماء مغطّى على الموقد.

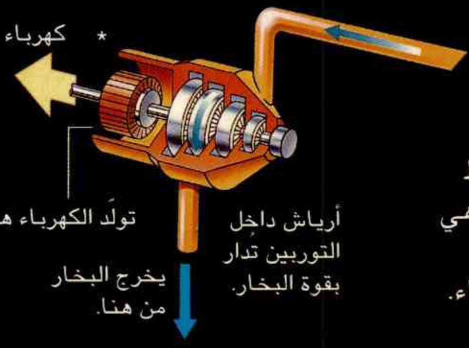
عندما يغلي الماء تلاحظ أن الغطاء يتحرّك إلى أعلى وأسفل. هذا هو البخار المتمدّد الذي يدفع الغطاء.

تستخدم المحرّكات البخارية هذه الطاقة لتحريك الأشياء.

هذا جزء من توربين بخاري ضخم في محطة لتوليد الكهرباء. ويبيِّن الرسم المبسَّط على اليمين كيف يعمل.

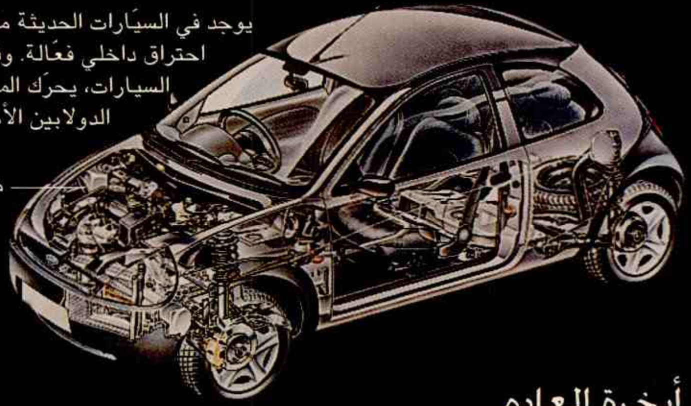
التوربينات

لا تزال كثير من محطّات توليد الكهرباء تستخدم البخار. فالبخار المضغوط يدير **توربينات** ضخمة، وهي أجهزة ذات أرياش دوّارة. ويولد هذا الدوران الكهرباء.



الاحتراق الداخلي

الاحتراق الداخلي أكثر كفاءة من الاحتراق الخارجي. تحرق **محرّكات الاحتراق الداخلي** مزيجاً من الوقود والهواء داخل المحرَك نفسه. يُنتج ذلك غازات ساخنة. تشغل هذه الغازات حيّزاً أكبر من الوقود والهواء المستمدّة منهما، وتستخدم لتوليد الحركة.



يوجد في السيّارات الحديثة محرّكات احتراق داخلي فعّالة. وفي معظم السيارات، يحرِك المحرَك الدولابين الأماميين.

أبخرة العادم

بعض الغازات التي يُنتجها الاحتراق سامّة. وهي تترك المحرّك بمثابة **أبخرة العادم**.

لخفض التلوّث، تزوّد محرّكات السيّارات الجديدة **بمحوّلات حفّازة**، تحتوي على **حفّازات**، وهي مواد يمكن أن تغيّر سرعة التفاعلات الكيميائية. يغيّر المحوّل أبخرة العادم السامة إلى غازات أقل سميّة.

في المحوّل الحفّاز، يحوّل أوّل أكسيد الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون وماء، وأكسيد النتروجين إلى نتروجين وأكسجين.

ارتباطات الانترنت

- تعلّم عن المحرّكات البخارية. ثم ألق نظرة على لعبة المحرك البخاري. يضم ارتباطاً بالسيرة الذاتية للمخترع جيمس واط.
www.bbc.co.uk/education/archive/local_heroes98/do/dosteam.shtml#rules
- محرّكات شهيرة لضخ البخار.
www.ksbm.org/engines
- اكتشف كيف تعمل المحرّكات البخارية.
www.howstuffworks.com/steam.htm
- اقرأ عن تاريخ المحرّكات البخارية، مع صور ورسوم متحركة.
www.geocities.com/Athens/Acropolis/6914/
- انقر على ustion Enginesnal CombInter لمشاهدة إيضاحات عن المحرّكات أثناء عملها.
www.msim.org.uk/nonshocked/index.html

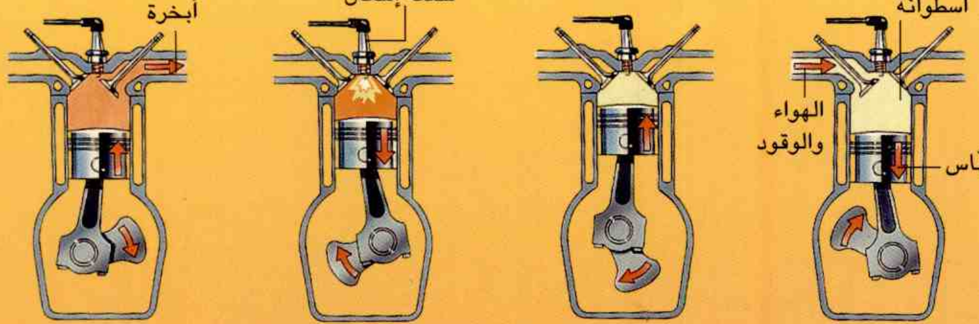
للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

محرّكات البنزين

معظم محرّكات السيّارات تحرق البنزين. وتستخدم **محرّكات البنزين الاحتراق الداخلي*** لدفع الكبّاسات صعوداً ونزولاً في أسطوانات مجوّفة.

يعمل كل كبّاس في أربع مراحل تدعى **دورة الاحتراق رباعيّة الأشواط**، كما هو مبيّن في الصور إلى اليسار.

كيف يعمل المحرّك رباعي الأشواط

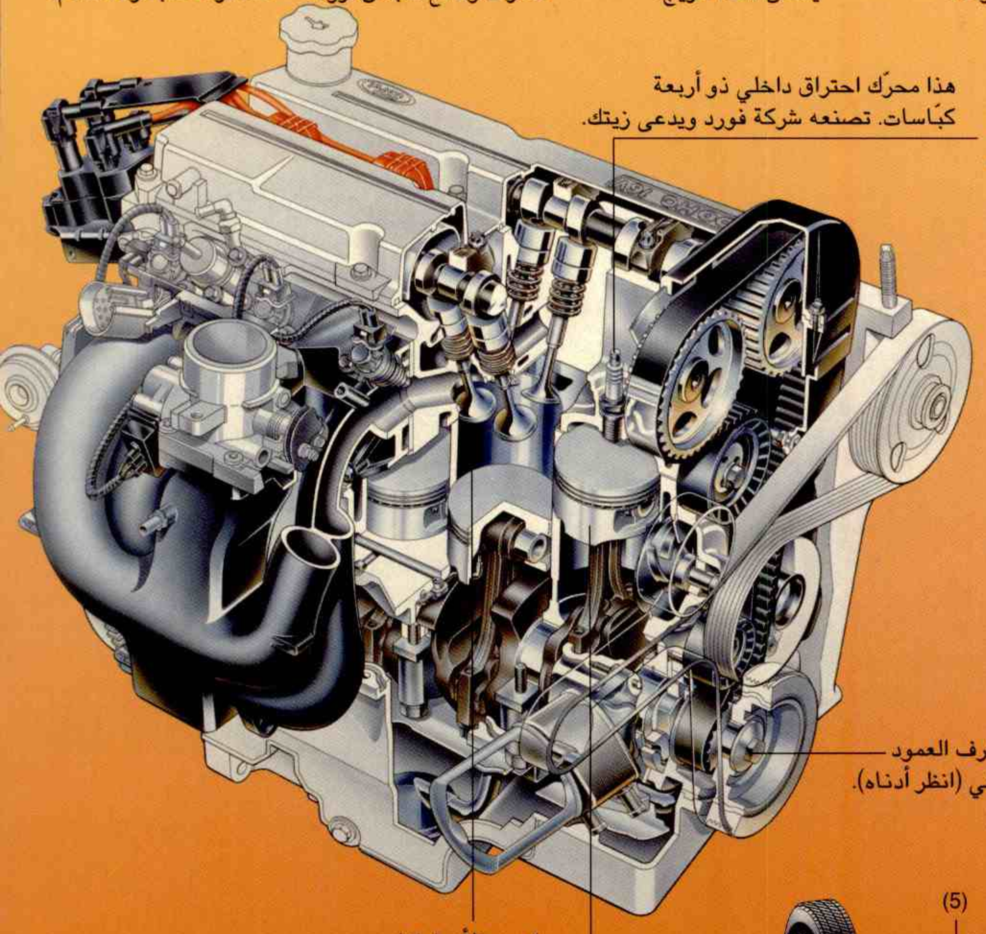


1. ينزل الكبّاس ممتصًّا مزيج الهواء والوقود إلى داخل الأسطوانة.
2. يرتفع الكبّاس ضاغطاً مزيج الهواء والوقود. يسخّن ذلك المزيج.
3. تشعل شرارة من شمعة الإشعال المزيج. تتمدّد الغازات وتدفع الكبّاس نزولاً.
4. يرتفع الكبّاس ثانية دافعا بقايا الغازات المحترقة كأبخرة العادم.

تنطلق شرارة صغيرة عند طرف الشمعة هنا.

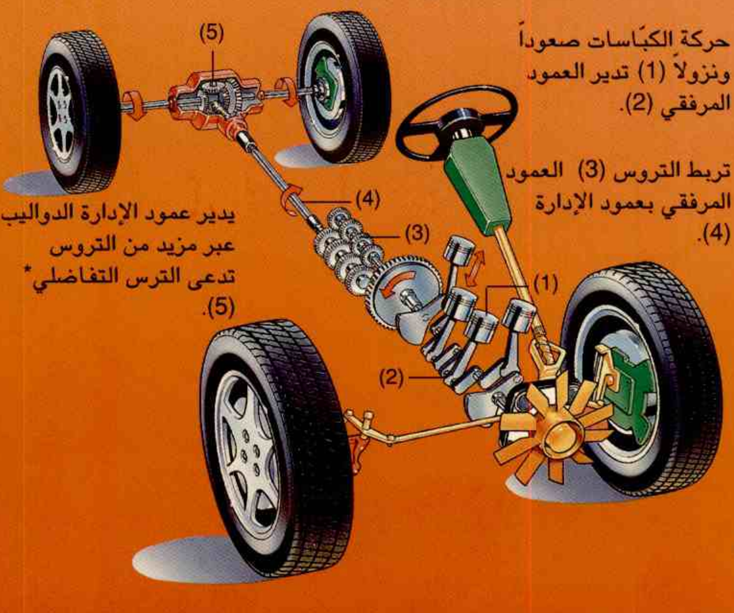
نقل الحركة

تحدث دورة الاحتراق رباعيّة الأشواط في كل من أسطوانات السيّارة. وتحوّل سلسلة من أعمدة الإدارة والتروس، تدعى آليّة نقل الحركة، حركة الكبّاسات صعوداً ونزولاً إلى حركة دوّارة تُستخدم لإدارة دواليب السيارة. ويعمل النظام بطريقة متماثلة سواء دفع الدولابين الأمامين أم الخلفيين للسيّارة (انظر آلية نقل الحركة، صفحة 151).



هذا محرّك احتراق داخلي ذو أربعة كبّاسات. تصنعه شركة فورد ويدعى زيتك.

نظام نقل الحركة لسيّارة الدفع الخلفي



محرّكات الديزل

تستخدم المركبات الكبيرة وبعض القطارات وقود الديزل بشكل رئيسي. وتعمل **محرّكات الديزل** بطريقة مماثلة لمحرّكات البنزين، لكن الهواء يؤخذ إلى الأسطوانة. وهناك يُضغط ويسخّن إلى درجة حرارة عالية في الشوط الثاني. ويُدفع وقود الديزل إلى الأسطوانة في الشوط الثالث حيث يكون حارًا جدًا بحيث يحترق دون شرارة.

*احتراق داخلي، 146؛ ترس تفاضلي، 151.

المحرّكات النفّاثة

المحرّكات النفّاثة محرّكات احتراق داخلي* قويةٍ جدًّا تستخدمها الطائرات. تدفع الغازات الساخنة التي تنتجها من مؤخر المحرّك بسرعة عالية، فيدفع ذلك الطائرة عبر الهواء.

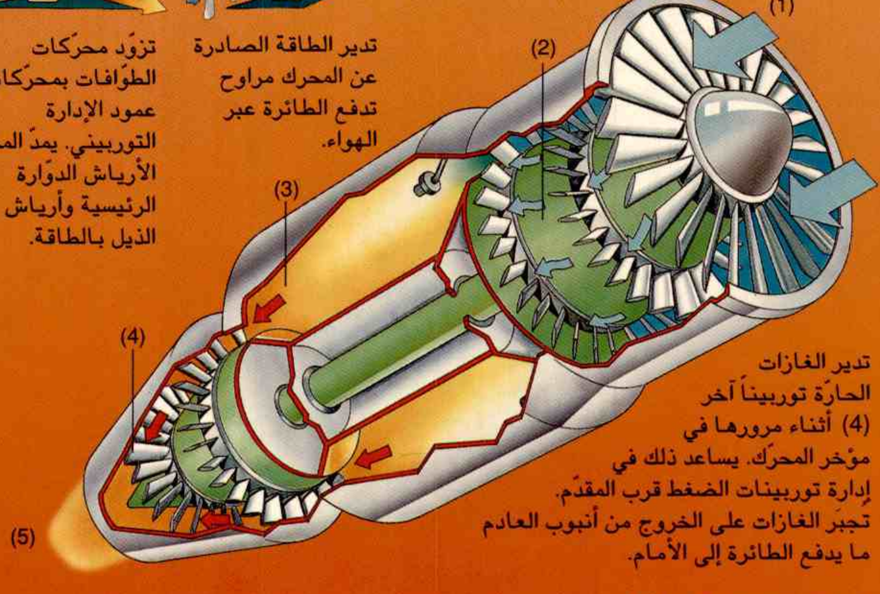
تسمّى المحرّكات النفّاثة **المحرّكات التوربينية الغازية** أيضاً لأن الغازات الساخنة تدفع أرياشاً تسمّى توربينات في المحرّك. تمتصّ التوربينات الهواء إلى داخل المحرّك وتضغطه قبل أن يمتزج مع الوقود ويحترق.

المحرّكات التوربينية النفّاثة

المحرّك التوربيني النفّاث أدناه هو أبسط أنواع المحرّكات النفّاثة وأسرعها. وهو ضاجّ وأقل كفاءة في استهلاك الوقود من المحرّك التوربيني المروحي (انظر اليسار). ولا تستخدم المحرّكات التوربينية النفّاثة إلا في الطائرات النفّاثة عالية السرعة.

صورة مقطوعة لمحرّك توربيني نفّاث

يدخل الهواء من مقدّم المحرّك (1). تضغط التوربينات في حجرة الضغط (2) الهواء. يُنقل الهواء المضغوط إلى حجرة الاحتراق (3) ويمزج بوقود الكيروسين. يحترق المزيج وينتج غازات حارّة متمدّدة.



تدير الغازات الحارّة توربيناً آخر (4) أثناء مرورها في مؤخر المحرّك. يساعد ذلك في إدارة توربينات الضغط قرب المقدّم. تجبَر الغازات على الخروج من أنبوب العادم ما يدفع الطائرة إلى الأمام.

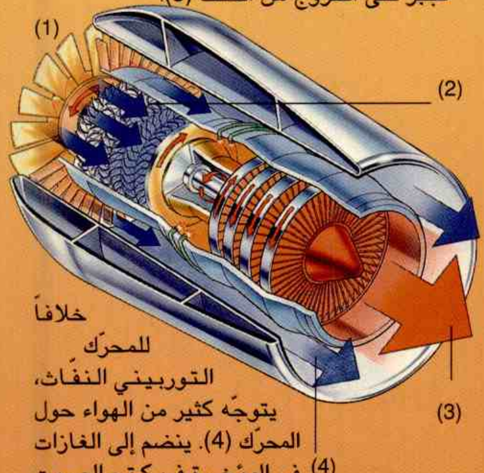
*محرّكات الاحتراق الداخلي 147.

المحرّكات التوربينية المروحيّة

المحرّكات التوربينية المروحية ليست سريعة بقدر سرعة المحرّكات التوربينية النفّاثة، لكنها أكثر هدوءاً وتستخدم وقوداً أقل. وهي تُستخدم في طائرات الركاب.

صورة مقطوعة لمحرك توربيني مروحي

تمتص مروحة كبيرة جداً (1) كميّات ضخمة من الهواء. يدخل بعض الهواء عبر حجرتي الضغط والاحتراق (2) كما في المحرّك التوربيني النفاث، منتجاً غازات حارة متمدّدة تجبر على الخروج من الخلف (3).



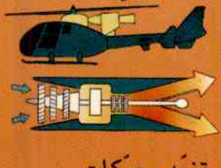
خلافاً للمحرّك التوربيني النفّاث، يتوجّه كثير من الهواء حول المحرّك (4). ينضم إلى الغازات في المؤخرة فيكتم الصوت ويوفر مزيداً من الدفع.

هناك نوعان من المحرّكات التوربينية الغازية:

محرّك مروحي توربيني

تدير الطاقة الصادرة عن المحرك مراوح تدفع الطائرة عبر الهواء.

محرك عمود الإدارة التوربيني



تزوّد محرّكات الطوّافات بمحرّكات عمود الإدارة التوربيني. يمدّ المحرّك الأرياش الدوّارة الرئيسية وأرياش الذيل بالطاقة.

المحرّكات الصاروخية

على غرار المحرّكات النفّاثة، تنتج المحرّكات الصاروخية غازات ساخنة تدفع إلى الخارج بسرعة. وبدلاً من امتصاص الهواء من أجل الاحتراق، تحمل المحرّكات الصاروخية أكسجيناً سائلاً. وذلك يعني أنها تستطيع السفر في الفضاء حيث لا يوجد هواء.

طوّرت الصواريخ الفضائية من القذائف الصاروخية مثل قذيفة V2 هذه المصنوعة سنة 1942.

تحقّق بنفسك

جرب ما يلي لتكوّن فكرة عن كيفية عمل المحرّكات النفّاثة. أدخل خيطاً عبر مصّاصة (قشة) واربطه بإحكام بين قطعتي أثاث. انفخ بالوناً وأمسك بطرفه لكي يخرج الهواء منه. أطلب من صديق إلصاق البالون بالمصّاصة.

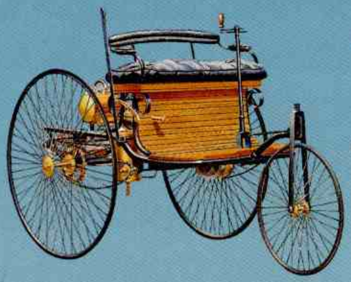
ارتباطات الانترنت

- تعلم المزيد عن آليات نقل الحركة. www.howstuffworks.com/transmission.htm
- صفحة ارتباطات، من إنتاج ناسا، بإثني عشر موقعاً متصلاً بتوربينات غازية. www.grc.nasa.gov/WWW/TURBINE/Turbinerelatedlinks.htm
- كثير من المعلومات عن المحركات النفاثة. www.rolls-royce.com/education/jetengine/
- اكتشف كيف تعمل التوربينات البخارية. www.howstuffworks.com/turbine.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

السيّارات والدرّاجات النارية

لقد غيرت السيارات والدرّاجات الناريّة وغيرها من مركبات الطرق نمط حياتنا. فهي تسمح لنا بالانتقال من مكان إلى آخر بسرعة ومتى أردنا ذلك. لكن شهرتها أفرزت مشاكل التلوّث وازدحام حركة المرور. ويحاول صانعو السيّارات باستمرار تطوير سيّارات أقل إضراراً بالبيئة.

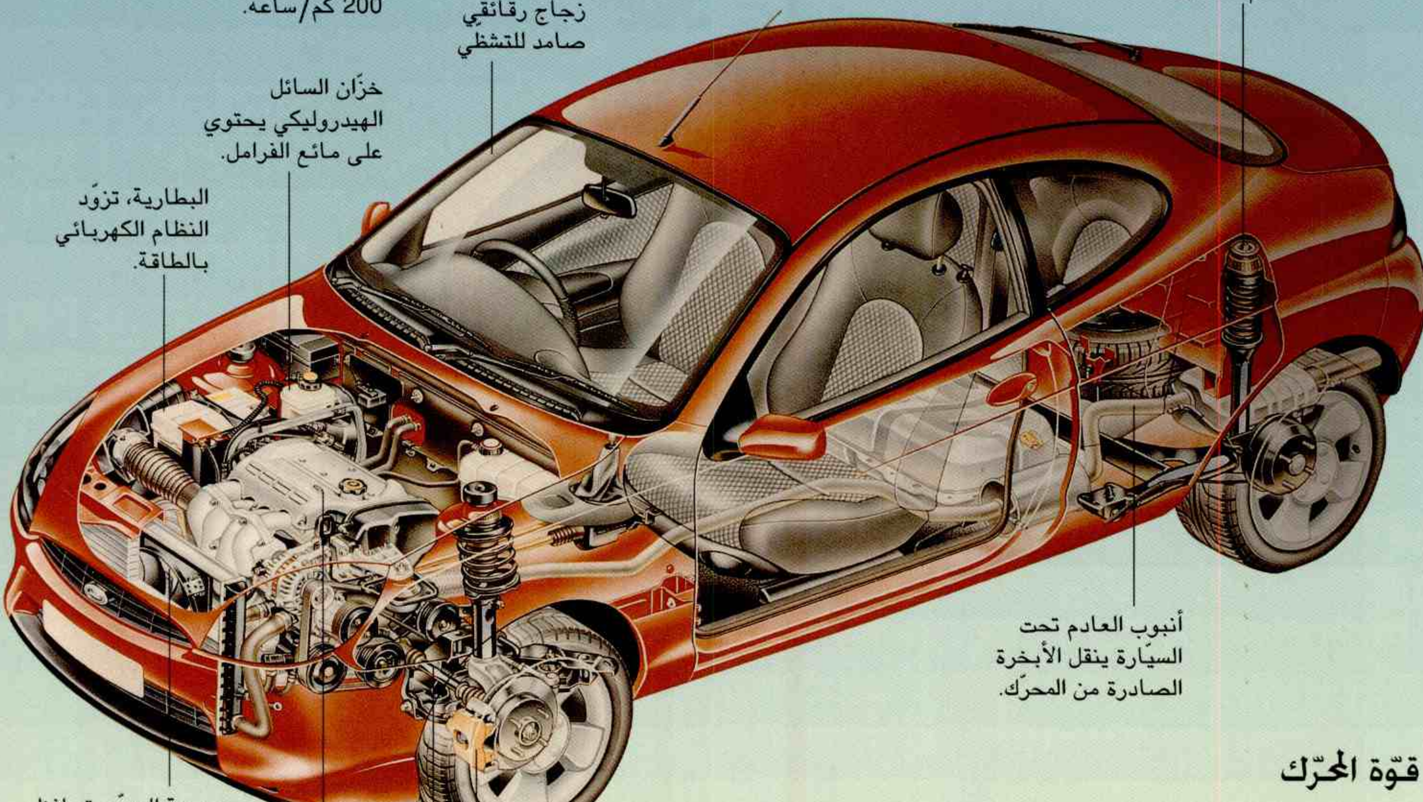


هذه واحدة من أوائل السيارات. وقد صُنعت في ألمانيا سنة 1885.

تكنولوجيا السيّارات

ابتُكرت السيّارات الأولى قبل نحو 120 عاماً. في البداية كانت بطيئة وكثيرة الضجيج وغير موثوقة وخطرة. ومنذ ذلك الحين، عمل المهندسون والمصمّمون على صقل كل نواحي عمل السيّارة. وتشمل هذه إدخال تحسينات على الأجزاء الحيويّة في السيّارة مثل المحرّك والفرامل وآلية نقل الحركة والتعليق. وتعرض المركبة الموضحة أدناه مثالاً جيداً عن تصميم السيارة الحديثة.

مقطع لسيّارة فورد بوما. صنعت لأوّل مرة سنة 1997 وتبلغ سرعتها القصوى 200 كم/ساعة.



قوّة المحرّك

تحرق محرّكات الاحتراق الداخلي* البنزين أو الديزل فتُصدر غازات تدفع الكبّاسات في الأسطوانات إلى أعلى وأسفل. وتنشأ قوّة المحرّك عن هذه الحركة. تنقل هذه الطاقة أو القوّة من المحرك إلى عمود الإدارة إلى الدواليب عبر علبة التروس، ما يمكّن السيّارة من الحركة. وتقاس أسطوانات المحرّك باللتر. فسيّارة 1.4 لتر لها أسطوانات يبلغ حجمها بمجملها 1.4 لتر.

*محرّك الاحتراق الداخلي، 147.

الدرّاجات النارية

تشترك الدرّاجات النارية والسيّارات في كثير من المزايا، رغم أن الدرّاجات النارية لا تحتاج إلى ترس تفاضلي (انظر أدناه). ونظراً لأن الدرّاجات النارية خفيفة نسبيًا، يمكن أن تكون محرّكاتها صغيرة تصل إلى حجم 50 سم^3 (1/20لتر). الدرّاجات ذات المحرّكات الكبيرة قوّية جدًا. ويمكن أن تتسارع بسرعة أكبر بكثير من السيّارات.

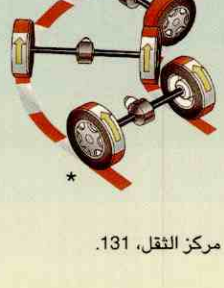
هوندا بلايد ذات محرّك 900 سم^3.

آليّة نقل الحركة

آليّة **نقل الحركة** (انظر أيضاً الصفحة 148) نظام من **التروس** ينقل طاقة المحرّك إلى الدواليب. وتتكوّن التروس من مسنّنات (دواليب معدنية ذات حواف مشرشرة تدعى أسناناً). تدير قدرة المحرّك قضيباً، يدعى عمود الدخل، متصلا بمجموعة من المسنّنات. وتدير هذه بدورها مجموعة أخرى من المسنّنات المتصلة بقضيب آخر هو عمود الخرج. يدير عمود الخرج أعمدة الإدارة المتصلة بالدواليب.

الترس التفاضُليّ

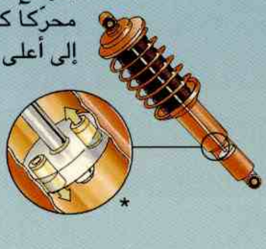
الترس التفاضلي جزء حيويّ من آليّة نقل الحركة. وهو نظام من التروس على المحاور يتيح للدواليب الدوران بسرعات مختلفة. وذلك ضروري عند الزوايا عندما تدور الدواليب الخارجية مسافة أطول وبسرعة أكبر من سرعة الدواليب الداخلية.



الدولاب الداخلي يجتاز مسافة أقصر من مسافة الدولاب الخارجي.

نظام التعليق

يتكوّن **نظام التعليق** من قسمين، نابض ومخمّد. ينضغط النابض ويتوسّع عندما تمرّ الدواليب فوق مطبّ. ويؤخّر المخمّد مفعول النابض بحيث لا تتنطط السيّارة كثيراً.

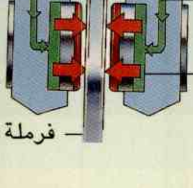


يتوسّع النابض وينكمش، محرّكاً كبّاساً في أسطوانة إلى أعلى وأسفل.

في المخمّد، يُدفع الزيت عبر الصمامات ما يبطّىء حركة الكبّاس.

الفرامل

تستخدم السيّارات والدرّاجات النارية **الفرامل القرصية**. عندما يُضغط على دوّاسة الفرامل، يُدفع مائع الفرامل في أنابيب فتُجبر نعال الفرملة على الضغط على قرص في الدولاب. ويؤدي الاحتكاك* إلى تباطؤ الدولاب.



تحقّق بنفسك

لكي ترى كيف يعمل الترس التفاضلي، استخدم قلمَيْ رصاص وبكرتي خيطان وقطعة ورق وشريط لاصق. لفّ الورقة حول قلم وثبتها بالشريط اللاصق. زلّق الورقة نحو طرف القلم غير المبري وأدخل القلم الآخر منها. أدخل طرفي القلمين المبريَّين في البكرتين. ضع علامة ملونة على كل قلم.

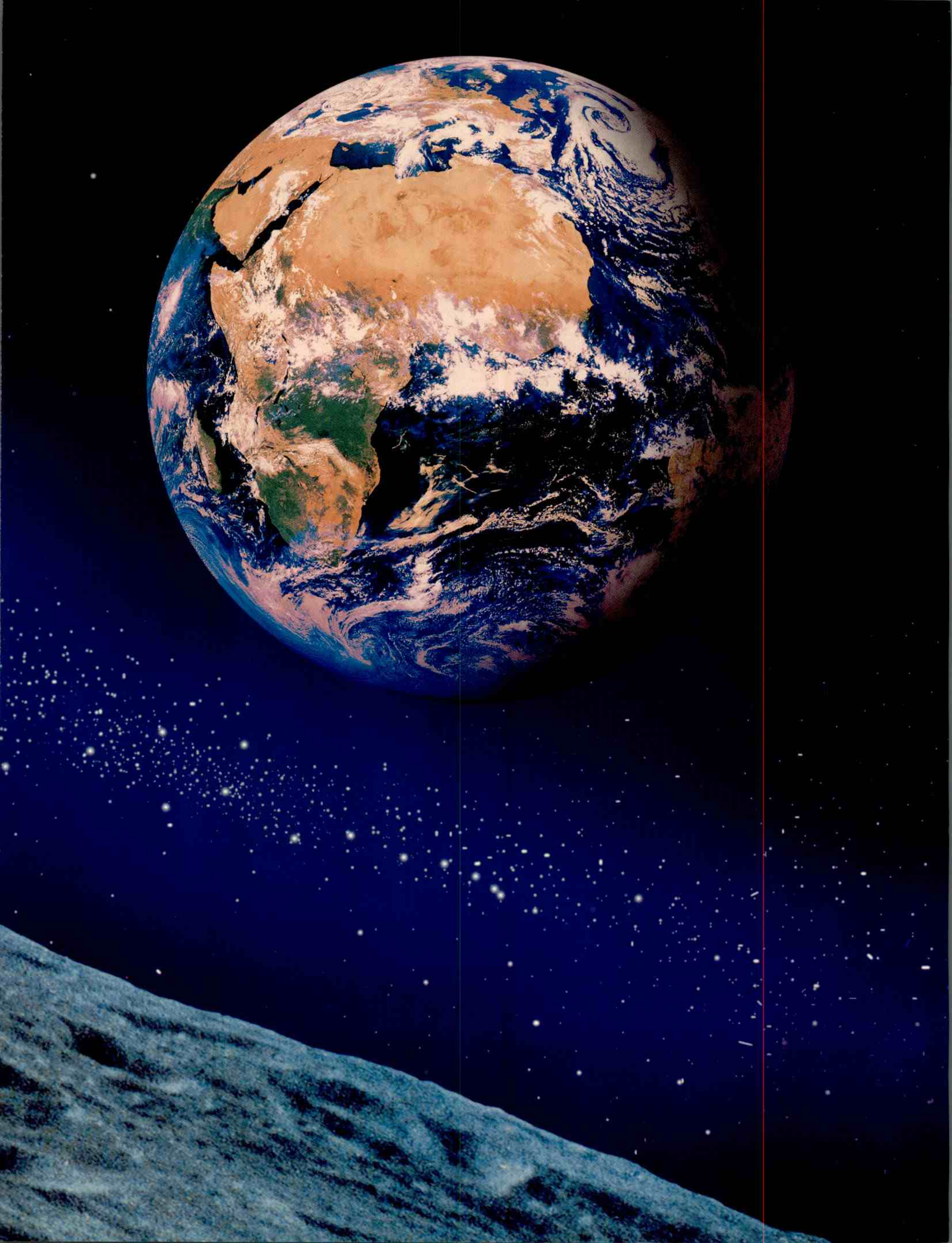
عندما يلتف «الدولابان» حول منعطف، عدّ الدورات التي يدورها كل قلم.

ارتباطات الانترنت

- انظر شروحات مفصّلة ورسوماً متحركة تبيّن كيف تعمل كل أجزاء السيّارة.
www.innerauto.com/innerauto/htm/auto.html
- زر الموقع ingCybersteer لتتعلم المزيد عن تاريخ السيارات.
www.cybersteering.com/trimain/history/chrono.html
- ثلاثة مواقع مختلفة تقدّم لك أخباراً حديثة عن صناعة السيّارات.
www.topgear.beeb.com
cars.com
www.auto.com
- معلومات عن السيارات القديمة، مع مجموعة من الصور الفوتوغرافية.
www.classicar.com

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*احتكاك، 124؛ سحب، 142؛ مركز الثقل، 131.



الأرض
والفضاء

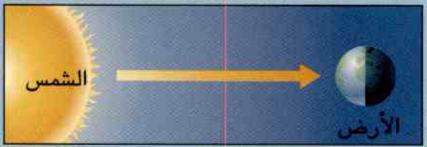
الكَوْن

الكَون هو الاسم المستخدم في وصف كامل مجموعة المادّة والطاقة والفضاء. ورغم أن الطريقة التي وُجِد بها الكون لا تزال غير مفهومةٍ تماماً، إلاَّ أن معظم العلماء يعتقدون أن الكون بدأ قبل حوالي 15000 مليون سنة بانفجار عنيف لا يمكن تخيّله سُمِّي **الانفجار العظيم**. وقد نشأت من هذه الفكرة **نظرية الانفجار العظيم**.

الحَجْم والبُعْد

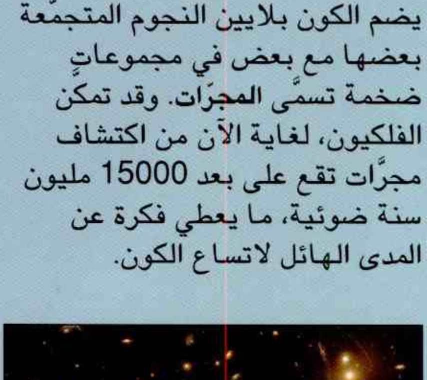
الكونُ ضخمٌ جدًّا بحيث لا يمكن لأيِّ إنسانٍ تخيُّله، والمسافات عبره كبيرة جداً وتقاس عادة **بالسِّنين الضَّوئية**. تساوي السنة الضوئيَّة الواحدة المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة – أي حوالي 9.46 مليون مليون كيلومتر. وتبلغ سرعة الضوء 300000 كيلومتر في الثانية.

الشمس هي أقرب نجم الى الأرض. وهي تبعد عنها حوالي 150 مليون كيلومتر.



* يستغرق شعاع ضوء الشمس ثماني دقائق للوصول الى الأرض.

يضم الكون بلايين النجوم المتجمّعة بعضها مع بعض في مجموعاتٍ ضخمة تسمَّى **المجرَّات**. وقد تمكن الفلكيون، لغاية الآن من اكتشاف مجرَّات تقع على بعد 15000 مليون سنة ضوئية، ما يعطي فكرة عن المدى الهائل لاتساع الكون.



هذا الحشْد من المجرَّات، المسمَّى آبل 2218 يبعد عن الأرض حوالي 2000 مليون سنة ضوئية.

نظرية الانفجار العظيم

أحدَث الانفجارُ العظيمُ كرةً نارية هائلة جداً، تبرَّدت فيما بعد وشكلت جسيمات بالغة الصغر. وكلُّ شيء في الكون مكوَّن من هذه الجسيمات الدقيقة، التي تسمّى **المادّة**.

انتشرت الجسيمات وبدأ الكون يتوسَّع. ومع مرور الوقت، تشكلت سُحُب كثيفة من غازيْ الهيدروجين والهليوم، تجمَّعت مع بعضها فيما بعد في تكتُّلاتٍ كثيفة.

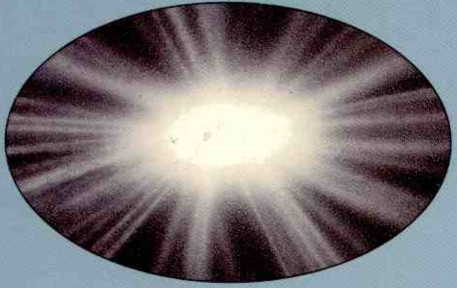
في البداية، كان الكون كثيفاً لدرجة أن الضوء كان غير قادر على الانتقال بعيداً فيه، ولذلك كان الكون مظلماً جداً. وبعد مرور بضعة آلاف من السنين، انخفضت درجة الحرارة إلى بضع آلاف من الدرجات.

وشيئاً فشيئاً، انقشع الضباب. ومعنى ذلك أن الضوء انتقل لمسافة أبعد، الأمر الذي جعل الكون شفافاً كما هو عليه الآن. وبدأت المجرَّات الأولى بالتشكل من الكتل الغازية الكثيفة.

بعد مرور حوالي 10,000 مليون سنة على الانفجار العظيم، تشكلت الشمس وكواكب منظومتنا الشمسية قرب حافة مَجَرَّة سُمِّيت لاحقاً الطَّريق اللَّبنية (دَرْب التَّبَّانَة).

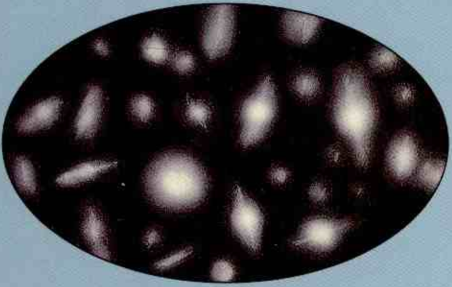
يحوي الكون الحديث ملايين لا تحصى من النجوم والكواكب، وسحباً ضخمة من الغبار والغاز، تفصل بينها مناطق شاسعة من الفضاء الفارغ. وحتى يومنا هذا لا تزال هناك أجزاءٌ من الكون تتشكل.

الأحداث التي تلت الانفجار العظيم



بعد الانفجار العظيم، انتشرت كرة النار وبدأ الكون يتوسَّع.

تجمَّعت سُحُب كثيفة من الغازات في كتل ضخمة من المادَّة المتكثفة.



بدأت النجوم والمجرَّات تتشكَل. وأصبح الكون شفافاً منذ اللحظة التي تمكن فيها الضوء من الانتقال عبره.

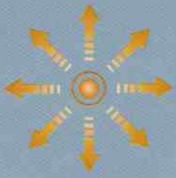
*

بعد حوالي 10000 مليون سنة تقريباً من الانفجار العظيم، تشكلت المنظومة الشمسية.

عندما تنظر إلى السماء في الليل، فإنك تنظر بالفعل إلى ملايين وملايين النجوم.

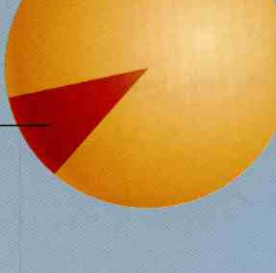
الدليل على الانفجار العظيم

من الأسباب التي جعلت معظم العلماء يؤمن بصحَّة نظرية الانفجار العظيم تلك الإشارة الضعيفة الشبيهة بالصدى التي تم التقاطها من الفضاء عبر تلسكوبات راديوية قوية. وقد يكون هذا الصدى صادراً من الطاقة في كرة النار القديمة، التي انتشرت في الفضاء بعد الانفجار العظيم.



تنتشر الطاقة الناتجة من الانفجار العظيم في الفضاء.

وقد حسِبَ علماء الفلك أنه إذا كان الكون يحتوي فقط على المادة التي يعرفونها، فإنه سيتوسَّعُ بسرعة بعد الانفجار العظيم لدرجة لا تسمح بتشكيل المجرَّات. وهذا يعني أنه لكي تكون نظرية الانفجار العظيم صحيحة، يجب أن يحتوي الكون على كميَّة من المادّة أكبر بكثير مما نعرفه عنها حالياً.

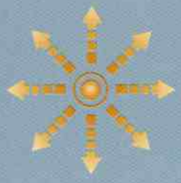


يعتقد العلماء أنهم لا يعرفون من الكون إلا 10% فقط. أما القسم الباقي منه فهو ينتظر من يستكشفه.

المُستَقبَل

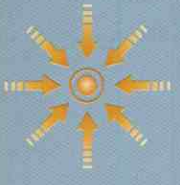
حتى الآن، هناك ثلاث نظريّات رئيسية حول مستقبل الكون.

تنصّ **نظرية التباطؤ** على أن الكون مستمرّ بالتوسُّع، وأن كلّ شيء فيه سيضمحلّ تدريجيا. وفي نهاية الأمر، سيصبح الكون بأسره عبارة عن سديم من الجسيمات الباردة.



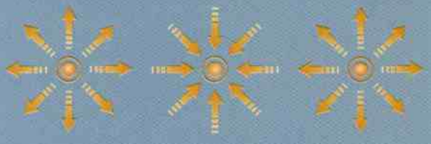
قد يتباطأ الكون ثم يخبو تماما.

أما إذا كان الكون يحتوي على مادّة أكثر مما نعرف، فإن قوة شدّ، تسمّى **الجاذبية**، ستُبَطِّىء في النهاية توسُّعه، وستجذب كلَّ شيء إلى الوراء إلى أن تتصادم المجرّات وتتحطم. عندئذ سيحدث تصادم عظيم، شبيه بالانفجار العظيم لكنه معكوس. هذا ما يعرف **بنظرية الانسحاق العظيم**.



قد تتصادم المجرَّات في انسحاق عظيم.

ويرى بعض العلماء أنّ الكون يعمل كالقلب، فيخفق في نَظْم سوي. ويعتقدون أن الكون يتمدّد، ثم ينكمش، ثم يتوسّع مجدداً، وهكذا دَوالَيْك. فكلُّ انفجار عظيم يكون متبوعاً بانسحاق عظيم، في دورة متكرّرة. وهذا ما يعرف **بنظرية الكَوْن المتذبذب**.



انفجار عظيم   انسحاق عظيم   انفجار عظيم

ارتباطات الانترنت

- رحلة وهمية رائعة في أرجاء الكون.
  library.thinkquest.org/28327
- شاهد فيلماً عن الانفجار العظيم.
  www.brainpop.com/science/space/bigbang/index.weml
- تعرَّف على برنامج "Origins" للناسا، الذي يحاول فكّ أسرار الكون والحياة ما وراء الأرض.
  eis.jpl.nasa.gov/origins/whatis/whatis.html
- انظر إلى صُور مأخوذة لأقاصي الكون، بالنَّقْر على Deepspace.
  www.seds.org/images
- مقدمة جيدة عن الكون.
  starchild.gsfc.nasa.gov/docs/StarChild/universe_level2/universe.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

المجَرّات

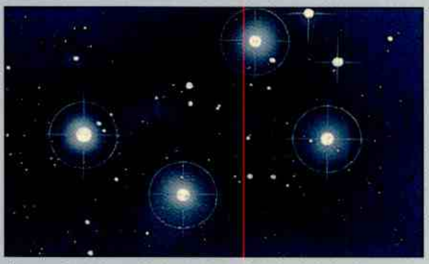
تتجمّع النجوم مع بعضها في مجموعات ضخمة تسمّى **المجرّات**، تحوي كلُّ مجرَّة منها بلايين النجوم. وعموماً تتجمّع المجرّات نفسها معاً في مجموعات. وتحتلّ منظومتنا الشمسيَّة حيزاً بالغ الصغر في مجرَّة تسمّى **الطريق اللبنيَّة** تقع في مجموعة تدعى **المجْمُوعَة المحلّيَّة**. وتحوي هذه المجموعة حوالي 30 مجرَّة تمتدّ إلى نحو خمسة ملايين سنة ضوئية*.

تبعد مجرَّة دولاب العَرَبَة عنّا مسافة 500 مليون سنة ضوئية.

الحُشُود النجْميَّة

تتجمَّع النجوم غالباً بعضها مع بعض في حشود داخل المجرَّات. وتتحرّك النجوم داخل الحشد بنفس السرعة ونفس الاتجاه. وهناك نوعان من الحشود النجميَّة.

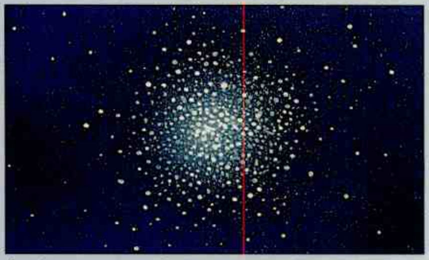
الحُشود المفتوحة وتوجد في مناطق من الفضاء غنيَّة بالغاز والغبار. تكون نجومها فتيَّة ساطعة يتراوح عددها من بضع عشرات إلى ألف نجمة مبعثرة في الحشد بلا ترتيب.



*

يسمّى هذا الحَشْد النجميّ المفتوح الثُّريَّا.

الحُشود الكُرَويَّة وهي أكبر بكثير من الحشود المفتوحة، وتضمّ نجوماً يمكن أن يصل عددها إلى مليون نجم، تحتشد معاً بكثافة في كتل كروية الشكل.



*

تبدو الحُشود الكرويَّة للعين المجرَّدة، مثل الحشد الظاهر في الصورة، كنجوم باهتة جداً.

أنواع المجرّات

تأخذ المجرَّات أشكالاً عديدة. وأكثر أشكالها الأربعة شيوعاً هي الحلَزُونيَّة والحلَزُونيَّة العَصَويَّة والإهليلجية وغير المنتظمة.

للمجرَّة الحَلَزُونيَّة مركزٌ متألّق وذراعان ملتويان أو أكثر من النجوم.

للمجرَّة الحَلَزُونيَّة العَصَويَّة عصا مركزيَّة من النجوم ينتهي كلُّ طرف منها بذراع.

المجرّات الإهليلجية يتفاوت شكلها من الدائري إلى البَيْضَويّ. وهي تضم الكثير من النجوم الحمراء الهرمة.

المجرَّة غير المنتظمة هي سَحابَة نجميَّة لها شكل غير محدَّد.

*

تشكِّل المجرّات الحلزونية ثُلْث المجرّات المعروفة. ومؤخراً تمكّن الفلكيون، باستخدام تلسكوبات معقدة، من العثور على مجرّات جديدة أكبر حجماً وأقلّ تراصّاً بالنجوم من أيِّ مجرّات شاهدوها من قبل. تسمى هذه المجرّات **المجرّات المنخفضة السطوع السطحي**، لأنها لا تشعّ ضوءاً كثيراً.

مجرَّة دُولاب العَرَبة

مجرّة دُولاب العَربة (المبيَّنة أعلاه) هي مجرَّة ضخمة يبلغ طولها 150,000 سنة ضوئية. وقد صيغ شكلها النادر نتيجة اصطدامها بمجرّة أصغر منها.

تتكوّن الحلقة الخارجية لهذه المجرَّة من دائرة عملاقة من بلايين النجوم الحديثة. وقد تشكلت هذه النجوم من الغاز والغبار اللذين انتشرا من قلب المجرَّة بعد الاصطدام. وهي الآن في طور العودة إلى شكلها الحلزوني الأصلي.

المجرّات الأقْرب

إن أقرب المجرات إلى مجرّتنا، الطريق اللبنيَّة، هما سَحابتا ماجلاّن الكُبْرى والصُغْرَى. وهما مجرّتان صغيرتان غير منتظمتَيْن. أما أقرب مجرّة كبيرة إلينا فهي مجرّة المرأة المسَلْسَلة الحلَزُونيَّة. وهي تبعد عنّا نحو 2.5 مليون سنة ضوئية، وتعتبر الجرم الأكثر بعداً الذي يمكن أن نراه بالعين المجرَّدة.

سحابة ماجلان الكُبْرَى هي أقرب المجرّات إلى الدرب اللبنيَّة.

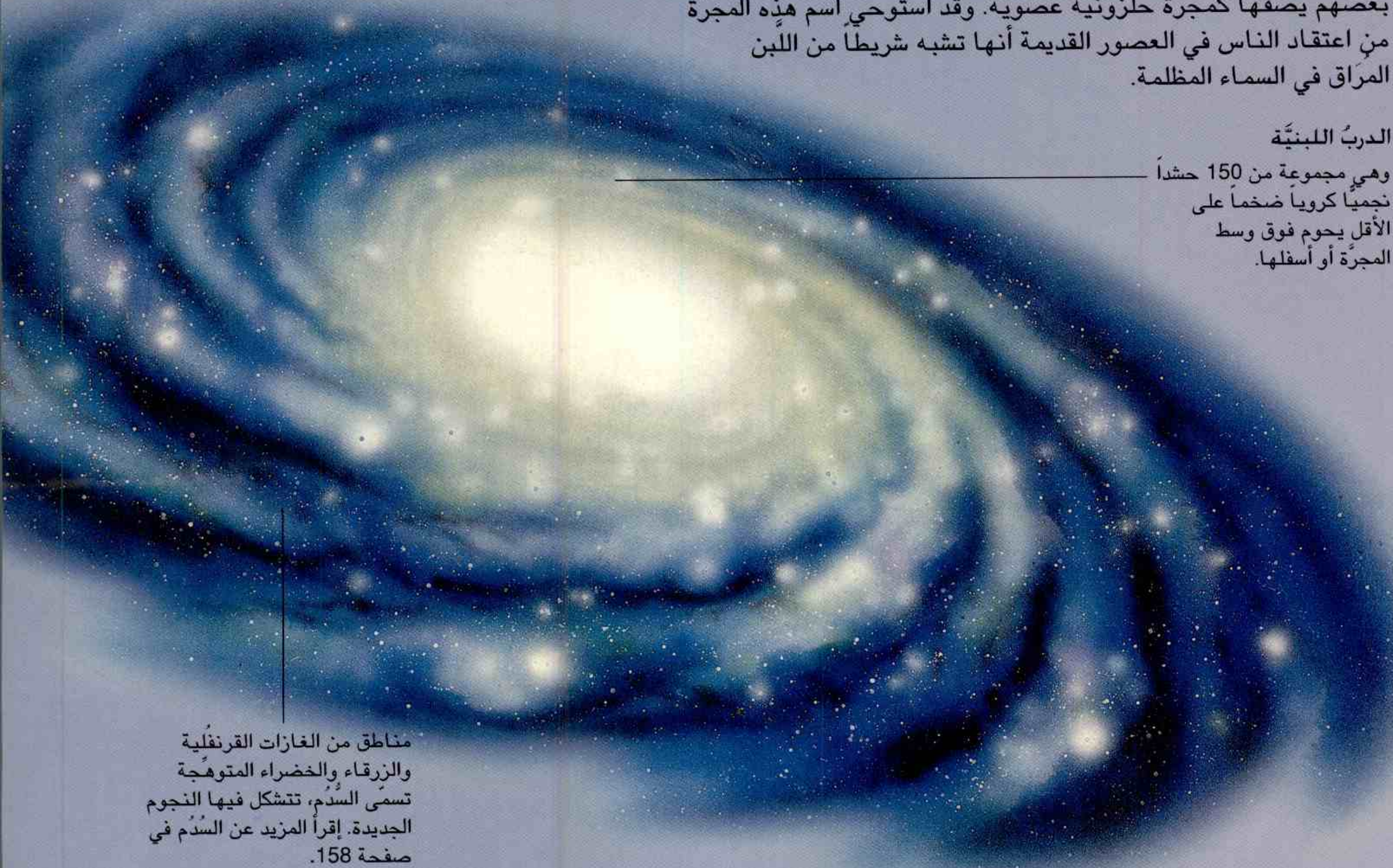
*سنة ضوئية، 154.

الدَّربُ اللَّبَنيَّة

تعتبر مجرّة الدرب اللبنية مجرَّة كبيرة نسبياً، مقارنة بالمجرّات الأخرى، ويبلغ طولها نحو 100000 سنة ضوئية. وتقع الأرض وبقية المنظومة الشمسية على بعد 32000 سنة ضوئية تقريباً من منتصف الدرب اللبنيَّة.

تقع الأرض والمنظومة الشمسية في هذا المكان من الدرب اللبنية.

ويعتقد معظم الفلكيين أن الدّرب اللبنية هي مجرَّة حلزونية، رغم أن بعضهم يصفها كمجرَّة حلزونية عَصَويَّة. وقد استوحي اسم هذه المجرَّة من اعتقاد الناس في العصور القديمة أنها تشبه شريطاً من اللَّبن المُراق في السماء المظلمة.



الدربُ اللبنيَّة

وهي مجموعة من 150 حشداً نجميًا كرويًا ضخماً على الأقل يحوم فوق وسط المجرَّة أو أسفلها.

مناطق من الغازات القرنفُلية والزرقاء والخضراء المتوهِّجة تسمَّى السُّدُم، تتشكل فيها النجوم الجديدة. إقرأ المزيد عن السُّدُم في صفحة 158.

وككلّ المجرَّات الحلزونية، تدور الدرب اللبنية حول نفسها ببطء. ويكون دورانها أسرع في المنتصف من الأطراف. ويُظَنُّ أن منظومتنا الشمسية تدور حول وسط المجرّة مرَّة كلَّ حوالي 225 مليون سنة. ووفقاً لهذه النظرية، تكون الدربُ اللبنية قد دارت مرَّة واحدة فقط منذ وجود الدينوصورات على سطح الأرض.

منظر جانبي للدرب اللبنيَّة يبيِّن وجود انتفاخ في وسطها، مثل بيضتَيْن مقليّتَيْن موضوعتَيْن ظهراً لظهر.

تحقّق بنفسك

بإمكانك خلال إحدى الليالي الصافية البحث عن الدرب اللبنية. وأفضل وقت لرؤيتها، في نصف الكرة الشمالي، هو بين شهرَيْ تموز/يوليو وأيلول/سبتمبر، رغم أنها تبدو أيضاً واضحة في ليالي منتصف الشتاء المظلمة.

أما في نصف الكرة الجنوبي، فإن الدرب اللبنية تظهر في أكثر صورها إثارة وجمالاً بين شهرَيْ تشرين الأول/أكتوبر وكانون الأول/ديسمبر، حيث تبدو كشريط من الضوء المتوهِّج.

ارتباطات الانترنت

- انقر على "Galaxy Tour" لاستكشاف الدرب اللبنية وغيرها من المجرات، أو على "It's Awesome!" لمزيد من المعلومات عن الكون.
  school.discovery.com/schooladventures/universe/index.html
- مقدّمة بسيطة عن المجرّات.
  www.kapili.com/risec/galaxies/index.html
- إقرأ عن إدوين هابل، وكيف سمحت دراساته للعلماء من التحقق من عمر الكون.
  library.thinkquest.org/3461/galaxy.htm
- موقع كبير قابل للتصَفُّح مع مقدار وافر من المعلومات والصور عن المجرّات.
  www.galaxies.com/map.htm
- كثير من المعلومات المذهلة عن الفضاء.
  www.childrensmuseum.org/cosmicquest/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

النجوم

تضمّ كلُّ مجرَّة في الكون ملايين الملايين من النجوم. والنَجْم هو كرة غازية حارَّة جداً، تولد حرارة وضوءاً نتيجة للتفاعلات النووية التي تجري في نواتها. والشمسُ هي أقرب النجوم للأرض، وتبعد عنها مسافة 150 مليون كيلومتر. أما ثاني أقرب نجم للأرض فهو قنطورس القريب الذي يبعد عن كوكبنا مسافة 4.5 ملايين سنة ضوئية*.

السُّدُم

تتشكَّل النجوم في سُحُب ضخمة من الغبار والغاز تدعى السُّدُم. يكون بعض هذه السُدُم برّاقاً وبعضه الآخر داكناً مظلماً. وتبدو السُدُم المُظْلِمَة كبُقَع داكنة في السماء. وهي تتكوّن غالباً من الغبار، الذي يحجب ضوء النجوم الواقعة خلفه. أما الغازات في السُدُم البرَّاقة فتكون حارّة لدرجة تجعلها تتوهَّج بألوان رائعة.

سديم رأس الحصان من السُدُم المظلمة. يظهر كصورة ظلِّية على سديم مضيء.

وتختلف الألوان في السُّدُم البرَّاقة تبعاً لأنواع الغازات الموجودة فيها. فمثلاً، يتوهَّج غاز الهيدروجين باللون القَرَنفليّ، في حين يتوهَّج غاز الأكسجين باللون الأخضر المُزْرَقّ.

سديم ثلاثي الفصوص من السُدُم المضيئة. تنتج ألوانه عن الغازات الحارَّة المتوهِّجة.

هذه الأعمدة من الغاز والغبار، المعروفة بأعمدة الخلق، هي جزء من سديم العُقاب. ويبلغ طول أطول عمود فيها من القاعدة حتى القمة حوالي سنة ضوئية.

ولادة نجم

في بعض السُدُم، تدور سُحُب الغازات والغبار بسرعة كبيرة حول نفسها، مشكِّلة كتلاً تكبر شيئاً فشيئاً. لكن شيئاً ما في نهاية الأمر يجعل هذه السُحُب الجديدة تنهار. ويعتقد الفلكيّون أن هذا الانهيار يحدث إما بسبب مرور السُحب عبر أذرع مجرَّة حلزونية، أو بسبب موجة صدميَّة ناشئة عن نجم منفجِر.

عندما تنهار السحابة، تزداد درجة الحرارة بداخلها. وبعد عشرات آلاف السنين، يتشكّل داخل السحابة نواة حارّة، تزداد درجة حرارتها أكثر فأكثر حتى تبدأ في داخلها التفاعلات النووية، التي تجعل من سحابة الغازات هذه نجماً جديداً يأخذ بالتألّق.

تدور الغازات والغبار الموجودة في السديم بسرعة كبيرة حول نفسها.

تنهار السحب.

يتشكّل قلب حار.

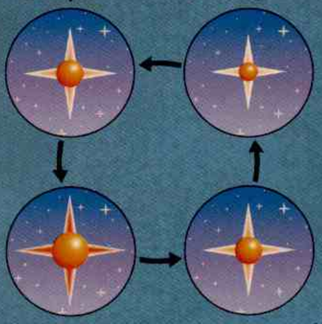
يولد نجم جديد.

*سنة ضوئية، 154.

النجوم المتغيِّرة

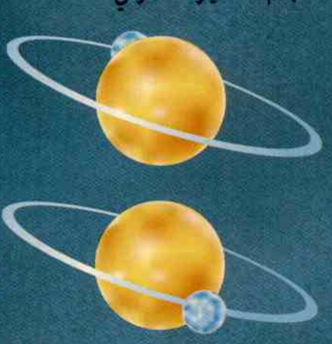
تُظْهِر بعض النجوم تغيُّراً فُجائياً في سُطوعها. وتسمّى هذه النجوم **النجوم المتغيرة** وهي تقسم إلى ثلاثة أنواع رئيسية: النابضة والكسوفيَّة والجائحيَّة.

النجوم المتغيِّرة النابضة هي أضخم من الشمس عادة. يتغيِّر حجمها ودرجة حرارتها، فتعطي ضوءاً أكثر عندما تكبر وضوءاً أقل عندما تصغر. وبعض النجوم المتغيِّرة ينكمش ويكبر في دورة منتظمة، إلاّ أن بعضها يكون أكثر شذوذاً. تظهر سلسلة الصور في الأسفل نجم أعجوبة قَيْطس (ميرا)، وهو نجم متغيِّر نابض ذو دورة منتظمة.



أما **النجم المتغيِّر الكُسوفي** فهو نوع من النجوم الثنائية. و**النجم الثنائي** هو في الواقع نجمان يدوران حول بعضهما بعضاً، ويبقيان ثابتين في مكانيهما بفعل الجاذبية. ويتغيّر سطوع النجم الثنائي عندما يمرّ أحد النجمين وراء الآخر، كما يشاهد من الأرض. ويبيِّن الرسم أدناه نجماً ثنائياً مؤلفاً من نجم ساطع صغير ونجم خافت أكبر.

نجمٌ متغيِّر كسوفي



النجوم المتغيِّرة الجائحيَّة هي نجوم ثنائية يكون النجمان فيها قريبَيْن جداً أحدهما من الآخر. عندما يجذب أحدهما (قزم أبيض* عادة) بعضاً من مادة الآخر (عِملاق أحمر* عادة) تحدث زيادة هائلة ومفاجئة في السطوع بينهما وحولهما نتيجة تفاعلات نووية عنيفة.

والنجم **المُستَعِر** هو أحد أنواع النجوم المتغيِّرة الجائحيَّة، يتوهَّج بصورة فجائية ثم يخبو إلى سطوعه الأصلي. وهو يستمر بذلك أشهراً عدّة أو حتى سنوات.

حياة نجم

في البداية، تتوهَّج معظم النجوم الجديدة بسطوع كبير، فتبدو للناظر إليها إما زرقاء أو بيضاء اللون. وتبقى على هذه الحالة لملايين السنين. لكن عندما يتقدّم النجم في العمر، يصبح لمعانه أقل سطوعاً ولكن أكثر ثباتاً.

تتفاوت أعمار النجوم تبعاً لأنواعها. فالنجوم التي تشبه شمسنا يبلغ مدى عمرها حوالي 10000 مليون سنة، في حين تعمِّر نجوم أصغر من الشمس، تسمّى **النجوم القَزِمَة**، مدة أطول. أما **النجوم العِمْلاقة**، فهي نجوم أكبر من الشمس. وأكبر النجوم هي **النجوم فوق العملاقة**، وهي لا تعمِّر إلا لفترة قصيرة لا تتعدى عدة ملايين من السنين.

أربعة نجوم برّاقة

فيما يلي مقارنة لأحجام وألوان بعض النجوم. وبإمكانك اكتشاف المزيد من المعلومات عن ألوان النجوم على الصفحة التالية.

نجم بارنارد هو نجم أحمر قزم، أبرد من شمسنا.

الشمس نجم أصفر.

السِّماك الرَّامح نجم برتقالي عملاق.

رجل الجبّار نجم أزرق فوق عملاق.

تحقّق بنفسك

إذا نظرت إلى السماء في ليلة صافية، فستلاحظ أن هناك نجوماً تومض.

وهذا يحدث بسبب انحناء ضوء النجم وانكساره عند مروره عبر الغلاف الجوي للأرض. ويتوقف مقدار الزاوية التي ينحني فيها الضوء على درجة حرارة الهواء. وبما أن ضوء النجم يمرّ عبر هواء ساخن وبارد معاً، فإنه يشعّ نحوك من اتجاهات مختلفة في وقت واحد، ما يجعله يبدو وكأنه يرتعش.

ينحني ضوء النجم عند مروره عبر الغلاف الجوي للأرض.

ارتباطات الانترنت

- كثير من الحقائق المتعلقة بالنجوم، بما في ذلك سبب لمعانها ومدى عمرها. observe.ivv.nasa.gov/nasa/exhibits/stars/star_0.html
- تصفّح موقع النجوم العائد للناشيونال جيوغرافيك لمزيد من الحقائق والصور والإفادة من خريطة نجوم موجودة فيه. www.nationalgeographic.com/stars/index.html
- مرجع فلكي ممتاز. انقر على "Sky Watch" للحصول على خرائط نجمية. currentsky.com
- شبكة تفاعلية لنموذج يمثل النظام الشمسي تسمح لك برسم خرائط للسماء لأي زمان أو تاريخ أو مكان تحددهم بنفسك. www.fourmilab.to/yourkshy
- موقع معلوماتي على الشبكة حول السُدُم. nineplanets.org/twn

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

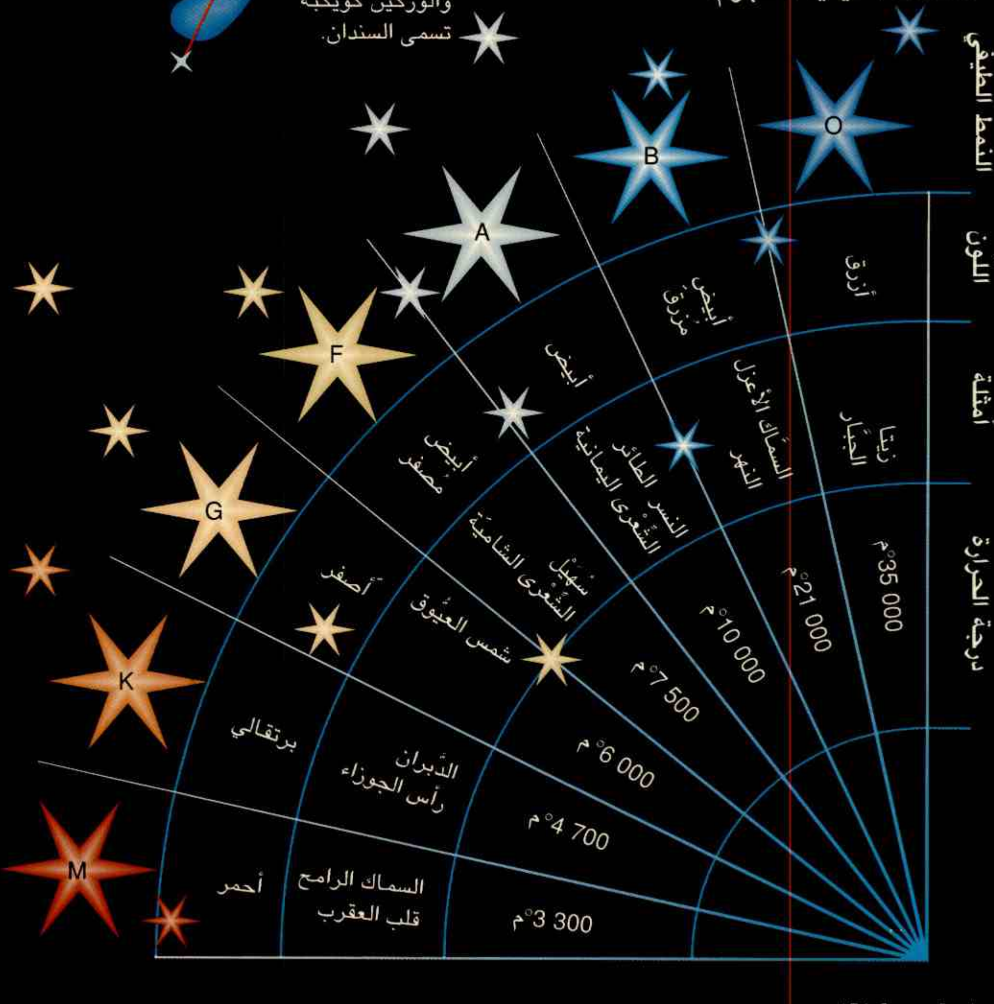
*عملاق أحمر، قزم أبيض، 161.

وصف النجوم

تتوهَّج النجوم بمقادير متفاوتة من السُطوع. ويقاس سطوع النجوم بواسطة سُلَّم يدعى **القدْر**. ويشير **القدْر المطْلق** إلى التألُّق الفعلي لنجم في الفضاء. أما **القَدْر الظاهريّ** فيدلّ على سطوع نجم كما يُرى من الأرض. وتعطى النجوم الأكثر سطوعاً القدر 0 أو حتى قدراً سالباً.

سُلَّم القَدْر

كما تصنَّف النجوم تبعاً لألوانها. فالنجوم الأكثر حداثة وحرارة تكون عادة زرقاء أو بيضاء. أما النجوم الهرمة والباردة فتكون حمراء. وهناك تصنيف آخر للنجوم يسمى **النَمَط الطيْفي**. ويبين الرسم التالي أهم الأنماط الطيفية للنجوم.



الكَوْكَبات

منذ قديم الزمان، لاحظ الناس وجود أشكال معيَّنة من النجوم اللامعة في السماء. وقد أطلق على هذه الأشكال اسم **الكوْكَبات** أو **الأبْراج**. وهناك 88 كوكبة يمكن رؤيتها من الأرض، وقد سُمِّيت تيمنا بشخصيات أو أشياء متداولة في الأساطير اليونانية القديمة.

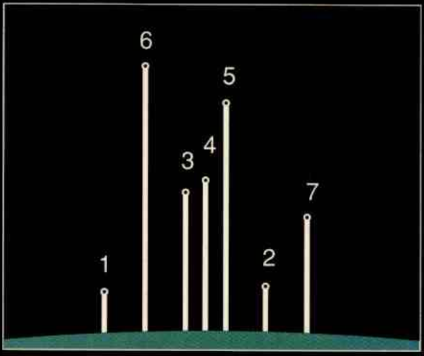
في داخل الكوكبات، توجد أنماط أصغر من النجوم تدعى **الكُوَيْكِبات**. ويعتبر الدبّ الأكبر من أشهر هذه الكُوَيْكِبات، وهو جزء من كوكبة الدبّ الأكبر.

كوكبة الدبّ الأكبر. شكل تخيُّلي للدب رُسم حوله.

تؤلف النجوم السبعة للذيل والوركيْن كويكبة تسمى السَنْدان.

تتألف الكوكبات من أكثر النجوم وضوحاً في السماء. وتظهر نجوم الكوكبة من الأرض وكأنها متلاصقة ببعضها البعض، لكنها تكون، في الحقيقة، بعيدة جداً عن بعضها. فمثلاً، تتفاوت المسافات بين نجوم كوكبة الجبَّار من أقل من 500 سنة ضوئية* إلى أكثر من 2000 سنة ضوئية. وتبدو للناظر إلى هذه النجوم من الأرض وكأنها مجموعة متصلة، نظراً لوقوعها في نفس الاتجاه.

تبدو النجوم في كوكبة الجبَّار متلاصقة وعلى نفس المسافة من الأرض.

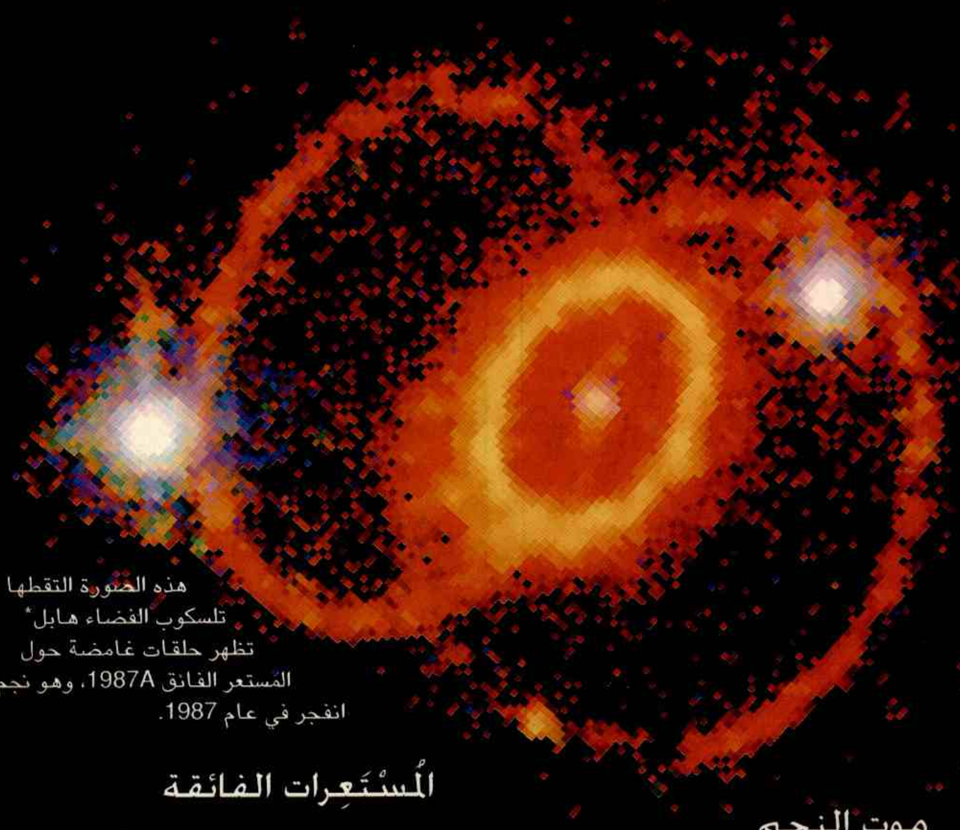


يمكنك التأكد هنا أن نجوم الجبَّار تقع على مسافات مختلفة جداً من الأرض.

تحقّق بنفسك

يمكن رؤية كلّ الكوكبات والكُوَيْكِبات بالعين المجردة، رغم أن ما يمكن أن تراه يتوقف على فصل السنة وعلى موقعك الجغرافي. إذا كنت خارج المنزل في ليلة صافية مرصّعة بالنجوم، حاول أن تحدّد كويكبة الدبّ الأكبر في نصف الكرة الشمالي، أو النجوم الأربعة التي تشكل كويكبة نعيْم (الصليب الجنوبي) في نصف الكرة الجنوبي.

*سنة ضوئية، 154.

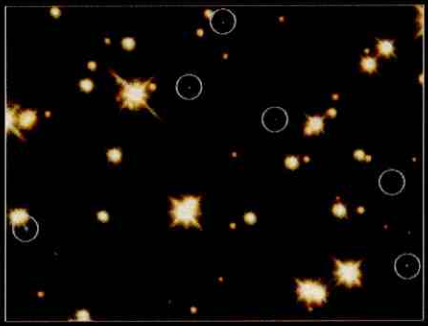


هذه الصورة التقطها تلسكوب الفضاء هابل* تظهر حلقات غامضة حول المستعر الفائق 1987A، وهو نجم انفجر في عام 1987.

موت النجم

في نهاية المطاف، ينفد مخزون النجم من الغاز فيخمد ويموت. وعندما يموت نجم بحجم شمسنا، فإنه يتضخّم ويتحوّل لونه إلى اللون الأحمر. وفي هذه المرحلة يسمّى **العملاق الأحمر**.

وشيئاً فشيئاً، ينفث العملاق الأحمر طبقاته الخارجية من الغاز في الفضاء، مخلفاً وراءه نجماً صغيراً ميّتاً تقريباً يُدعى **القزم الأبيض**. ويكون هذا القزم بحجم كوكبٍ تقريباً، إلا أن كثافته وثقله كبيران جداً نسبة إلى حجمه. (تخيّل كرة غولف تزن وزن شاحنة). أخيراً، يبرد القزم الأبيض تدريجياً ويخبو.



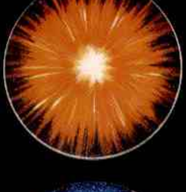
تبين صورة تلسكوب الفضاء هابل ستة نجوم قزمة (تظهر كدوائر) تحيط بها نجوم صفراء شبيهة بالشمس ونجوم قزمة* حمراء أكثر برودة.

المُستَعِرات الفائقة

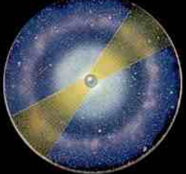
تعاني النجوم العملاقة* أيضاً من موت دراماتيكي. ففي البداية، تنتفخ وتتحول إلى نجوم حمراء ضخمة تسمّى **النجوم الحمراء فوق العملاقة**. بعد ذلك تعصف بانفجار عظيم يسمّى **المستعر الفائق**.

يخلّف المستعر الفائق ورائه طبقة سريعة التمدّد من الغازات والغبار مع نجم دوّامي صغير في الوسط، يسمّى **النجم النيوتروني**. يكون هذا النجم أكثر كثافة وأثقل من القزم الأبيض (انظر إلى اليمين). (تخيّل كرة غولف تزن وزن ناطحة سحاب).

يُصدر بعض النجوم النيوترونية حزَماً إشعاعية تستمر بالنبض طالما بقي النجم يدوم. وتسمّى هذه النجوم **النجوم النابضة** أو **البلسارات**.



عندما يموت نجم في انفجار مستعر فائق هائل، فقد لا يبقى منه إلا لبّه الكثيف فقط.

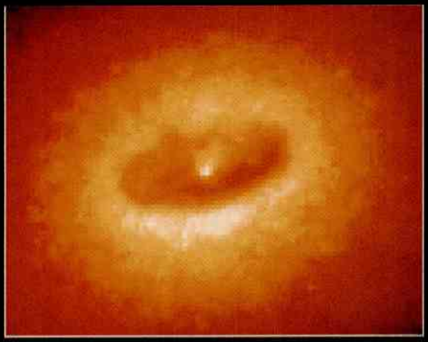


البلسارات هي نجوم نيوترونية تدوم بسرعة كبيرة وتضيء كالمنارات.

الثقوب السوداء

عندما تموت النجوم العملاقة، فإنها تشكل نجوماً حمراء فوق عملاقة، ثم تنفجر إلى مستعر فائق. لكن عندما تنهار هذه النجوم، فإنها تنكمش لدرجة كبيرة جداً تجعلها تختفي من الكون افتراضياً. وقد تتحوّل إلى ما يسمّى **الثقوب السوداء**– وهي حفر لا قرار لها ولا يستطيع أي شيء الإفلات منها.

يكون الثقب الأسود ثقيلاً وكثيفاً جداً، بحيث تستطيع جاذبيته سفط أي شيء إلى داخله، حتى الضوء. وهذا ما يفسر عدم القدرة على رؤيته. وأي شيء يدخل الى الثقب الأسود سيتحطم على الأرجح. ويعتقد بعض العلماء أن هناك ثقباً أسود ضخماً جداً يقع في وسط مجرّتنا، تحيط به كتلة من النجوم الحمراء الهرمة.



حلقة من غاز بارد حول ثقب أسود مشتبه به، كما صوّرها تلسكوب الفضاء هابل*.

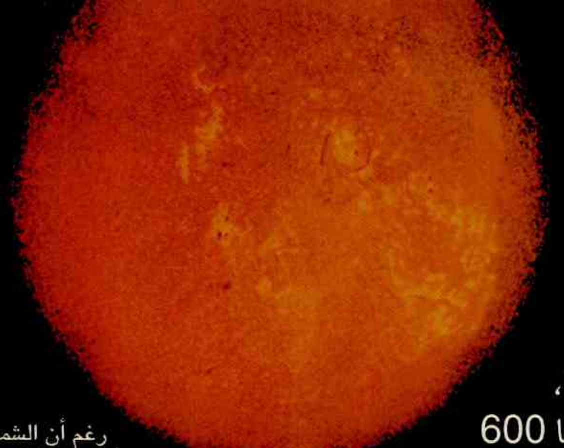
ارتباطات الانترنت

- مقدّمة لولادة النجوم. *observe.ivv.nasa.gov/nasa/exhibits/stellarbirth/opening1.html*
- ماذا يمكنك أن تشاهد في السماء هذه الليلة؟ *www.earthsky.com/Features/Skywatching/*
- حقائق عن النجوم، أفلام وصور. *library.thinkquest.org/25763/*
- معلومات معقّدة لكن مشوّقة جداً عن الثقوب السوداء. *www.ncsa.uiuc.edu/Cyberia/NumRel/BlackHoles.html*
- انقر على اسم كلّ كوكبة للحصول على خريطة نجمية ووصف لها. استعرض الصفحة لمزيد من المعلومات المفصّلة والصور. *www.astronomical.org/constellations/obs.html*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

*تلسكوب الفضاء هابل، 175؛ نجم عملاق، نجم قزم، 159.

الشمس



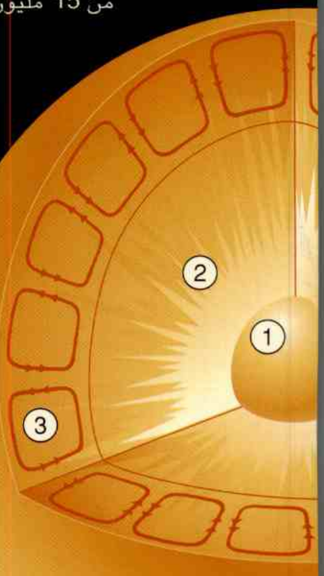
رغم أن الشمس هي أكبر من أيّ شيء آخر في المنظومة الشمسية مجتمعاً، فإنّها ليست إلاّ نجماً متوسط الحجم.

الشمس هي، كسائر النجوم، كرة ضخمة من الغاز المتفجّر. ورغم أنها نجم من الحجم المتوسِّط، إلا أن الحياة على الأرض لا يمكنٍ أن تستمر بدونٍ الحرارة والضوء اللذيْن توفرهما. وتسلط الشمس أيضاً قوة شدّ هائلة، تسمّى **الجاذبيَّة**، على كل شيءٍ يقع داخل دائرة يبلغ شعاعها 600 مليون كيلومتر. وهذا ما يفسر سبب دوران الكواكب والأقمار والأجرام الأخرى حول الشمس في **مدارات** أو **أفلاك** تابعة لها.

في داخل الشمس

تنشطر ذرّات الهيدروجين في الشمس بصورة متواصلة. وتندمج الدقائق الناتجة معاً في بنية مختلفة لتكوين غاز ضوئي يُدعى الهليوم. وتولد هذه العملية، التي تسمّى **تفاعل الاندماج النووي**، كميّات هائلة من الطاقة.

بنية الشمس



1. لبّ الشمس أعرض من الأرض بـ27 مرّة، وتبلغ درجة حرارته أكثر من 15 مليون درجة مئوية.

2. يحيط **النطاق الإشعاعي** باللب. وتنتشر الحرارة المتولدة في اللب عبر هذا الجزء على شكل موجات.

3. ينقل **النطاق الحمْلي** الطاقة الشمسية إلى السطح. وتشير الأسهم الحمراء في الرسم إلى حركته المخضيّة.

4. يشكّل **الغلاف الضوئي** سطح الشمس. ويتألف من غازات المخْض.

سطح الشمس

الكلف الشمسي هو عبارة عن بقع صغيرة معتمة على سطح الشمس، تكون أبرد قليلاً ممّا حولها. وتحيط بالكلف الشمسي غالباً سُحُب من الغاز المتألق تسمّى **الصَياخد**. كذلك، تندفع من سطح الشمس أنشوطات ضخمة من الغاز، تدعى **الشواظ**، تصل سرعتها إلى 600 كيلومتر في الثانية. أما **اللهب الشمسي** فهو عبارة عن انفجارات تكون أكثر عنفاً وإثارة.

الكُسُوف

يمرّ القمر أحياناً بين الأرض والشمس، حاجباً نورها عنا. وتدعى هذه الظاهرة **الكُسوف الشمسي الكليّ**. ورغم أن القمر أصغر بكثير من الشمس، إلاّ أنه يستطيع حجبها لأنه أقرب إلينا. ويمكنك أن ترى كيفية حدوث ذلك إذا أغلقت إحدى عينيك وأمسكت بقطعة نقد معدنية ووضعتها بين وجهك وضوء السقف.

أثناء الكسوف الكلي للشمس، يمكن أن نشاهد طبقة رقيقة من الغاز حول الشمس تسمّى **الإكليل**.

الشَفَق

تعصف الشمس إلى الفضاء بتيار مستمر من الجسيمات غير المرئية، يسمّى **الرياح الشمسية**، ينفث في كلّ الاتجاهات. وتقوم هذه الجسيمات، عند احتجازها قرب قطبيْ الأرض، بعرْض ضوئي رائع يُدعى **الشفَق**. في الشمال، تسمّى هذه الظاهرة **الشفق القطبيّ الشمالي** أو **الأضواء الشمالية**. أما في الجنوب، فتسمّى **الشفَق القطبي الجنوبي** أو **الأضواء الجنوبية**.

تحقّق بنفسك

لا يفترض بك أبداً النظر إلى الشمس مباشرة، فحتى النظرة الخاطفة يمكن أن تسبب لك العمى. لكن هناك طريقة بسيطة تمكنك من رؤية الشمس بشكل غير مباشر.

صوّب منظاراً ذا عينيّتين باتجاه الشمس وضع خلفه قطعة من الكرتون الأبيض. حرّك المنظار هنا وهناك حتى تظهر دائرة بيضاء على قطعة الكرتون، ثم ركز البؤرة حتى تصبح الصورة واضحة. قد تشاهد لطخاً داكنة على الصورة. إنها البقع الشمسية.

المنظومة الشمسية

يُطلق على الشمس وعلى كل ما يدور حولها اسم **المنظومة الشمسية**. وتضم هذه المنظومة الكواكب والأقمار وقطعاً من حطام الصخور والمعادن والجليد، بالإضافة الى كميات هائلة من الغبار.

وأكثر أفراد المنظومة الشمسية أهمية بعد الشمس، هي كواكبها – عُطارد، والزُهرة، والأرض، والمرِّيخ، والمشتري، وزحل، وأورانوس، ونبتون، وبلوتو. وهي تدور جميعها حول الشمس في مدارات وسُرَع مختلفة، كما تدور في نفس الوقت أيضاً حول نفسها.

اليوم الكوكبي هو المدة الزمنية التي يحتاجها الكوكب لإتمام دورة كاملة من 360 درجة. فمثلاً، يدوم اليوم الأرضي مدة 24 ساعة. أما **السنة** الكوكبية فهي المدة الزمنية التي يحتاجها الكوكب لإتمام دورة كاملة حول الشمس. ويبلغ طول السنة الأرضية 365.3 يوماً.

للعديد من كواكب المنظومة الشمسية رفاق أصغر، تسمّى **الأقمار**، تدور حولها. وتختلف الأقمار فيما بينها كثيراً في الحجم والشكل والعدد. وعلى سبيل المثال، فإن للأرض قمراً واحداً فقط، في حين أن لزُحل 18 قمراً على الأقل. ويمكنك معرفة المزيد عن قمر الأرض في صفحة167. تدور حول الشمس أيضاً كُتل كبيرة من الصخور والمعادن تدعى **الكويكبات**، وقطع من الغاز المتجمّد والأتربة تسمّى **المذنبات**. توجد معظم الكويكبات بين المرّيخ والمشتري، إلا أن مدار المذنب يمكن أن يكون في أي جزء من المنظومة الشمسيّة. ويمكنك اكتشاف المزيد عن الكويكبات والمذنبات في الصفحتين 172–173.

قمر الأرض هو كرة صخرية ترابية.

المنظومة الشمسية

أدناه، يمكنك أن ترى، الكواكب التسعة للمنظومة الشمسية. ليست المسافات بين الكواكب مبيّنة وفق مقياس الرسم نظراً لضخامتها الكبيرة جداً.

ارتباطات الانترنت

- قم مع الناشيونال جيوغرافيك برحلة مذهلة إلى المنظومة الشمسية، بطيران منخفض فوق الشمس وكل كوكب.
  www.nationalgeographic.com/solarsystem/splash.html
- مقدّمة ممتازة عن الشمس.
  observe.ivv.nasa.gov/nasa/exhibits/sun/sunframe.html
- كل شيء عن الكواكب في المجموعة الشمسية.
  pds.jpl.nasa.gov/planets
- معرض ضخم قابل للتصفّح لصور ورسوم متحركة للمنظومة الشمسية.
  www.solarviews.com/cap/index.htm
- صور وأفلام مذهلة عن الشمس.
  solar.physics.montana.edu/YPOP/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الكواكب الداخلية

تُعرف كواكب عُطارد والزُهْرة والأرض والمرِّيخ باسم **الكواكب الداخليّة**. وتعود هذه التسمية إلى كونها أكثر الكواكب قرباً إلى الشمس. ورغم أن كلَّ هذه الكواكب تتشابه بحجمها الصغير وبنيتها الصخريَّة، إلاّ أن للأرض وحدها البعد المناسب عن الشمس الذي يسمح للحياة بالوجود على سطحها. يمكنك التعرُّف إلى المزيد عن الأرض في الصفحتين 166-167.

يبيّن الرسم أعلاه الكواكب الداخلية الأربعة ومداراتها حول الشمس.

عُطارد

عُطارد هو كوكب صغير جداً، يبلغ قطره 4880 كيلومترا فقط. وهو أقرب الكواكب إلى الشمس، ويبعد مداره عنها حوالي 58 مليون كيلومتر، ما يجعله عرضة للسَفْع المباشر بالأشعة الشمسية. تصل درجة حرارة عطارد أثناء النهار إلى 427°م، أي ما يفوق أربعة أضعاف نقطة غليان الماء.

عُطارد هو أقرب الكواكب إلى الشمس، ولذا فإنه يدور حولها بمدة أقصر من أي كوكب آخر.

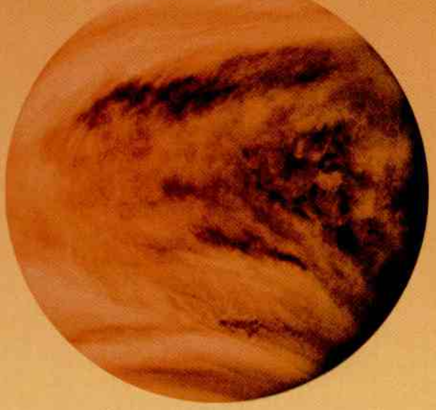
يتطلّب عطارد 88 يوماً أرضياً لإتمام دورة حول الشمس. وهو يدور ببطء حول نفسه أثناء دورته هذه. ويساوي كلُّ يوم على عطارد 58.7 يوماً أرضياً. ويعني ذلك أن سنته الواحدة هي أقل من يومين. ولذلك، فعندما يكون نصف الكوكب غير مواجه للشمس، تهبط درجة حرارته خلال ليله الطويل، إلى −183°م.

الزُهرة

الزُهرة هو ثاني الكواكب بعداً عن الشمس، ويشبه الأرض في حجمه. يبعد مداره عن الشمس حوالي 108 ملايين كيلومتر. وسطح هذا الكوكب منبسط بشكل رئيسي، إلاّ أنه يملك بعض المناطق المرتفعة التي تشبه القارات الأرضية.

للزهرة غلاف جويٌ يتألف بمعظمه من غاز ثاني أكسيد الكربون. وهو يضغط على سطح الكوكب بثقل عظيم. وتعكس السحب الكثيفة لحمض الكبريتيك أشعة الشمس، ما يجعل الزهرة تضيء مثل نجم ساطع جداً. أما الأشعة التي لا تنعكس، فتحتجز حول الكوكب، رافعة درجة حرارته إلى حوالي 480°م.

يفعل الغلاف الجوي السميك للزهرة كما يفعل الزجاج في البيت الزجاجي. فكل الأشعّة التي تمرّ عبره يتم احتجازها.

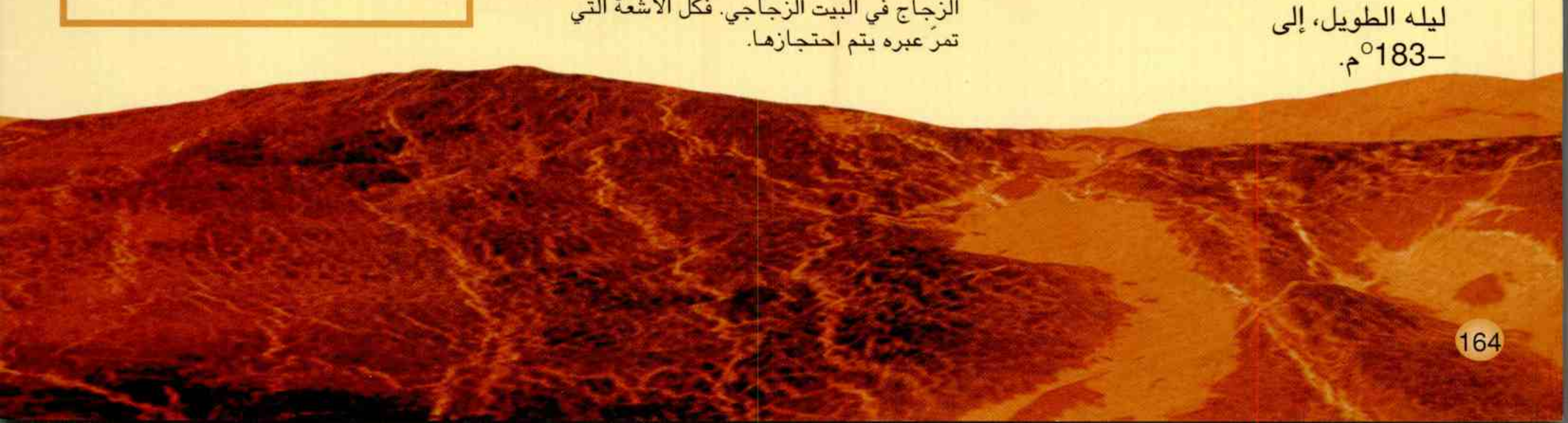


تبيِّن هذه الصورة الحاسوبية الملوَّنة السحب الكثيفة التي تتحرك كالدوّامات حول الزهرة.

تحقّق بنفسك

حاول اكتشاف الكواكب الداخلية بنفسك. فعُطارد والزُهرة يمكن رؤيتهما أحياناً قبل الشروق مباشرة وبعد الغروب مباشرة. والزُهرة أسطع جرم سماوي بعد الشمس والقمر. وغالباً ما تسمّى **نجم الصباح** أو **نجم المساء**، وذلك تبعاً للوقت الذي تظهر فيه. أما عطارد فيبدو كنجم برّاق قرب الأفق.

تحذير
عند محاولتك اكتشاف الكواكب، تأكَّد دوماً من أن الشمس لم تشرق بعد في الصباح أو أنها غربت تماماً في المساء، فالنظر إلى أشعة الشمس يمكن أن يسبِّب الأذى لعينيك.



دراسة الزُهرة

لم يسبق لأحد أن عرف كيف يبدو سطح الزهرة حتى العام 1975 عندما أرسل الإتحاد السوفييتي مسبارين فضائيين سميا ڤينيرا، وقد أنزل من هذين المسبارين مسابير أصغر على سطح الكوكب. وقد أظهرت كاميراتها ان سطح الزهرة مغطىً بصخور حادّة ويبدو كصحراء كئيبة لونها برتقالي مائل الى البني.

تكون الفوّهات على سطح الزهرة قليلة العمق، لأن الغلاف الجوي السميك للكوكب يمنع الأجسام من الارتطام بقوة تسمح لها بإحداث فوّهات عميقة.

في أواخر ثمانينيات وبداية تسعينيات القرن العشرين، استعان مسبار فضاء أميركي يدعى ماجلان برادار لرسم خريطة لسطح الكوكب بتفصيل أدقّ. وقد اكتُشف أن الكوكب مُغطى بمعظمه بمساحات من الحمم المتصلبة، التي كانت قد تدفقت من براكين عديدة على الزُهرة.

المسبار الفضائي ماجلان

الصورة أدناه هي صورة حاسوبية لسطح الزهرة. وقد استعين لإحداثها بمعلومات جمعها المسبار ماجلان.

المِرّيخ

المِرّيخ هو رابع الكواكب بُعداً عن الشّمس. ويساوي حجمُهُ نصفَ حجم الأرض تماماً، ويبعد مداره عن الشمس حوالي 228 مليون كيلومتر، وهو يحتاج الى أقل بقليل من 687 يوماً لإتمام دورة كاملة.

يسمّى المريخ أحياناً الكوكب الأحمر، وذلك بسبب الغبار المُحْمَرّ الذي يغطي سطحه.

للمريخ قمران مظلمان بلون الغُبار هما **فوبوس وديموس**. ويعتقد الكثير من العلماء أن هذين القمرين الغريبَي الشكل هما في الحقيقة كُوَيْكبان جرى احتجازهما في مدار حول المريخ منذ ملايين السنين.

يبلغ عرض ديموس، القمر الأصغر للمِرّيخ، حوالي 15 كيلومترا.

يبلغ عرض فوبوس 28 كيلومتراً. وهو يحوي فوّهة كبيرة على سطحه تسمّى ستيكني يبلغ قطرها 5 كيلومترات.

دراسة السطح

في ستينيّات وسبعينيّات القرن الماضي، أرسل مسبارا الفضاء مارينر وڤايكنغ إلى الأرض صوراً مفصّلة لسطح المرّيخ، تظهره مغطى بطبقة من الغبار البرتقالي المحمرّ وبكثير من الخوانق والفوّهات الصّخرية. وتثور غالباً على سطح المرّيخ عواصف هائلة من الغبار، تدوم أحياناً عدّة أسابيع.

في عام 1996 أطلق الى المرّيخ أكثر المهمّات الاستكشافيّة الحديثة نجاحاً، وهما مارس باثفايندر ومارس غلوبال سورفيور. مع انتهاء مهمة باثفايندر، ستستمرّ مركبة سورفيور في إرسال المعلومات والصور من المريخ لبضع سنوات أخرى.

نقلت السفينة الفضائية باثفايندر هذه المركبة الصغيرة جداً التي دُعيت سوجورنر للتجوال فوق سطح الكوكب بهدف دراسة الصخور وتصويرها.

ارتباطات الانترنت

- صور ومقدّمات مفصّلة عن الكواكب الداخلية وأقمارها.
  www.seds.org/billa/tnp/mercury.html
  www.seds.org/billa/tnp/venus.html
  www.seds.org/billa/tnp/mars.html
- انقر على "Enter the Site" ثم انقر على أي كوكب لمزيد من الحقائق والصور.
  www.windows.umich.edu
- معلومات على شكل رسوم متحرّكة عن المريخ.
  www.eps.mcgill.ca/mars/Mars_A/introMars.html
- انقر على "Enter" للحصول على معلومات عن مهمات الناسا إلى الكوكب.
  observe.ivv.nasa.gov/nasa/exhibits/mars/mars_home.com

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

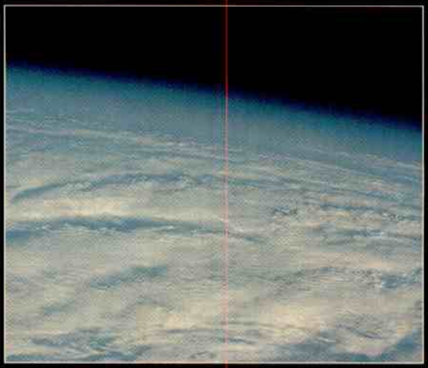
الأرض والقمر

الأرض
كما ترى في الفضاء. وقد وصفها روّاد الفضاء الأوائل كجوهرة زرقاء رائعة.

يبعد مدار الأرض عن الشمس مسافة 149.6 مليون كيلومتر. وتوفِّر هذه المسافة درجة الحرارة المناسبة تماماً لبقاء الماء بشكله السائل، بدلاً منّ أن يكون جليداً أو بخاراً. وتملك الأرض غلافاً جويًّا يمكن تنفّسه. وكلّ ذلك يوفر الظروف الملائمة لوجود الحياة على الأرض.

الغلاف الجوّي للأرض

يبدو الغلاف الجوي للأرض، من الفضاء، كطبقة زرقاء رقيقة جداً تحيط بالكوكب. وهذا الغلاف الجوي هو مزيج من النتروجين والأكسجين، مع مقادير ضئيلة من غازات أخرى. وهو يحتوي على أكسجين أكثر من أيِّ غلاف جوي لكوكب آخر. وهذا الغاز، ضروري للحياة.



يبدو الغلاف الجوي للأرض، من الفضاء، كغلالة رقيقة. وهو يبدو أزرق بسبب الطريقة التي يرشح فيها نور الشمس خلال مروره عبر غازات الغلاف الجوي.

سطح الأرض

يقع سطح الكوكب، المعروف **بالقشرة**، تحت الغلاف الجوي. وتتألف هذه القشرة من عدد من الصفائح المنشطرة الضخمة تسمّى الألواح*، التي تدافعت وتباعدت مع بعضها بعضاً لملايين السنين، مشكلة الجبال والوديان ومعالم الأرض الأخرى.

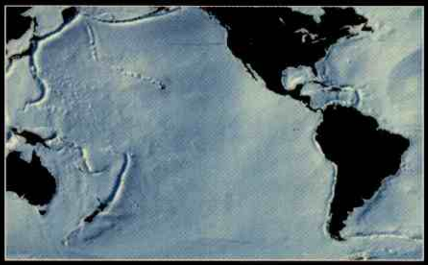
تشكلّت السلاسل الجبلية، كجبال همالايا، نتيجة لتصادم وسحق الألواح الأرضية الضخمة لبعضها بعضاً.

تغطّي المحيطات المائية الضخمة ثلثي سطح الأرض. ويعتقد أن هذه المحيطات كانت مسقط رأس الأشكال الأولى للحياة على الأرض، قبل حوالي 3500 مليون سنة. ويدرس العلماء الكواكب والأقمار الأخرى لمعرفة ما إذا كانت هناك علامات على وجود الماء أو الجليد على سطوحها، لأن ذلك يمكن أن يثبت أن هذه الكواكب كانت في يوم ما أو ما تزال موْطناً لحياة أولية.

الأرض من الفضاء

أصبح الناس اليوم يعرفون الكثير عن الأرض، وذلك من خلال المعلومات التي ترسلها الأقمار الاصطناعية والمحطات الفضائية. فعلى سبيل المثال، يستخدم العاملون بالأرصاد الجويَّة المعلومات التي تجمعها الأقمار الاصطناعية للتنبؤ بحال الطقس. وهم يستطيعون بواسطة هذه المعلومات تحذير الناس من الطقس الرديء في أيِّ مكان من العالم.

تستخدم المعلومات الواردة من الأقمار الاصطناعية أيضاً في اكتشاف المزيد عن سطح الأرض. فحتى الأماكن التي كان من الصعب رؤيتها في الحالة الطبيعية، كقيعان المحيطات مثلاً، صار بالإمكان رؤيتها الآن بالتفصيل من خلال استخدام الأقمار الاصطناعية المتطوّرة.



هذه الخريطة لقاع المحيط التقطها قمر اصطناعي يدعى سي سات. تشير الأشكال الداكنة إلى القارات.

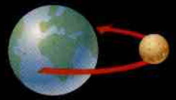
الأرض هي الكوكب الوحيد في المنظومة الشمسية التي يعرف بأنه داعم للحياة. ويعود سبب ذلك إلى أنه مغطى بمعظمه بالماء، المادة التي لم تكتشف بعد على سطح أيِّ كوكب آخر.

*ألواح، 181.

الدوائر
الداكنة هي
فوّهات. وقد
تشكّلت هذه الفوّهات
قبل ملايين السنين، عندما
ضربت النيازك والكويكبات سطح القمر.

القمر

للأرض قمر وحيد يدور حولها من مسافة تبلغ 384400 كيلومتر. ومعظم الأقمار صغير جداً مقارنة بالأجرام التي تدور الأقمار حولها، باستثناء **قمرنا** الذي يعادل حجمه ربع حجم الأرض.



يبقى القمر في مداره نتيجة شدّ الجاذبية الأرضية له.

وبسبب الجاذبية الأرضية، فإن نفسَ الجانب من القمر يبقى مواجهاً للأرض خلال دورانه حولها. أما الجانب الآخر من القمر، والمعروف **بالجانب البعيد** أو **المظلم**، فلم يُشاهَد أبداً إلاّ من خلال المسابير وروّاد الفضاء.

خلافاً للأرض، لا يملك القمر أيَّ غلاف جويٍ يقيه الحرارة الشديدة أو البرودة القارسة. ومعنى ذلك أن أشعة الشمس يمكن أن ترفع درجة حرارته إلى 123°م. لكن عندما تغيب الشمس عن القمر، فإن درجة حرارته تنخفض إلى -163°م.

تحقّق بنفسك

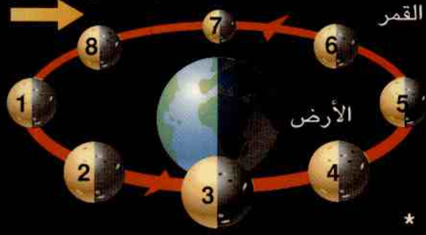
يتميّز سطح القمر بالكثير من الفوّهات. يمكنك رؤية بعضٍ منها بالعين المجرّدة، إلاّ أن المنظار يوفر لك رؤية أفضل بكثير. أما البقع الداكنة التي قد تراها على سطح القمر فتعرف بالبحار. وقد تشكلت من الحمم المتصلبة قبل ملايين السنين.

أوجُه القمر

لا يشعّ القمر ضوءاً بذاته، لكنه يعكس أشعة الشمس الساقطة عليه، ما يجعله يبدو في سماء الليل منيراً جداً. وخلال دوران القمر حول الأرض، يختلف مقدار ما يشاهد من جانبه المُشمِس من يوم لآخر، ما يجعل القمر يبدو وكأن شكله يتغيَّر كلّ ليلة. تسمّى الأشكال المختلفة **أوْجُه القمر**.

يُتمّ القمر دورةً كاملة حول الأرض في 28 يوماً. يبيِّن الرسم أدناه أوجه القمر خلال هذه المدة.

أوجُه القمر



*

تبيِّن الصور أدناه كيف يبدو القمر من الأرض عندما يكون في كلِّ موقع من المواقع المرقّمة الظاهرة في الأعلى.

1. غُرّة القمر
2. هلال
3. ربع أول
4. زيادة القمر (يصبح أكبر)
5. بدر
6. محاق القمر (يصبح أصغر)
7. ربع ثان
8. هلال

تشكّل القمر

لا يزال العلماء غير متأكدين تماماً من نشأة القمر. وهم اعتادوا على فكرة أن القمر تشكّل في نفس الفترة التي تشكلت فيها الأرض، إلاّ أن الدراسات التي أجريت على صخور القمر أظهرت على ما يبدو أن ذلك غير مطابق للواقع.

وحالياً، يعتقد معظم العلماء أن القمر تكوّن عندما اصطدم جرم ضخم، حجمه بحجم كوكب صغير، بالأرض. وقد سبَّب هذا الاصطدام انتثار كمية ضخمة من الحطام الصخري، الذي تجمَّع مع بعضه فيما بعد في كتلة واحدة شكلت القمر.

من المحتمل أن يكون القمر قد تشكل من حطام صخري تناثر بفعل تحطم جسم ضخم على سطح الأرض.

ارتباطات الانترنت

- يسمح لك هذا الموقع المدهش برؤية صور مباشرة بالأقمار الاصطناعية للأرض والقمر.
  www.fourmilab.ch/earthview
- ادخل إلى الموقع وانقر على "Our Planet" للحصول على ارتباطات لصفحات كثيرة تتعلق بالأرض والقمر.
  www.windows.umich.edu
- كل أنواع موارد الأرض والقمر، بما في ذلك حقائق وأرقام ورسوم متحركة وصور.
  planetscapes.com/solar/eng/earth.htm
  planetscapes.com/solar/eng/moon.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

الكواكب الخارجية

يتابع مسبار الفضاء غاليليو، منذ العام 1995، دراسة المشتري.

يُطلق على كواكب المُشْتَري وزُحَل وأُورانوس ونِبْتُون وبلُوتو اسم الكواكب الخارجية. وهي تقع في المناطق الخارجية للمنظومة الشمسية. وباستثناء كوكب بلوتو الصخري الصغير جداً، فإن جميع هذه الكواكب هي كُراتٍ عملاقة مؤلّفة بكاملها تقريباً من الغاز، ولذا فهي تسمّى أحياناً العمالقة الغازية.

المُشْتَري

المُشْتري هو أكبر كواكب المنظومة الشمسية، يبلغ طول دائرته الاستوائية 142 984 كيلومتراً. وهو يتطلّب حوالي 11.9 سنة أرضيَّة ليدور حول الشمس دورة واحدة. ولا يعتبر المشتري كوكباً جليدياً، رغم بعده عن الشمس، لأن الهيدروجين المضغوط في نواته يتفكّك محرّراً كميَّات هائلة من الحرارة.

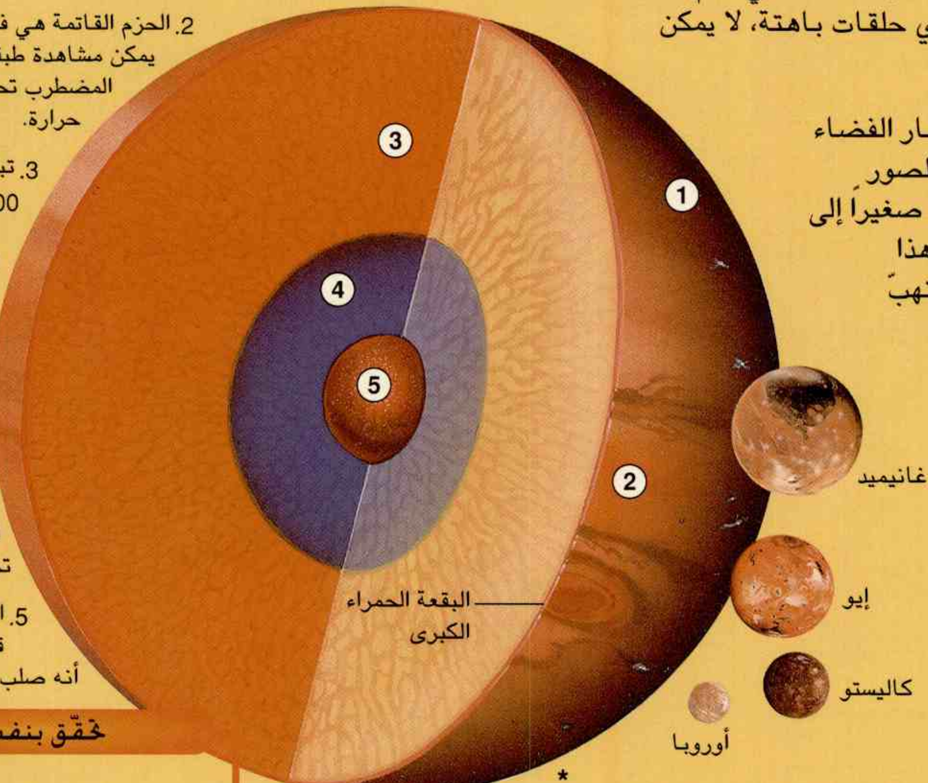
أُرسل إلى المشتري عدَّة مسابير فضائية. في عام 1979 اكتشفت مسابير ڤوياجر أن للمشتري حلقات باهتة، لا يمكن رؤيتها من الأرض.

وفي عام 1995، التقط مسبار الفضاء غاليليو سلسلة جديدة من الصور للمشتري، كما أنزل مسباراً صغيراً إلى غلافه الجوي. وقد اكتشف هذا المسبار أن رياح المشتري تهبّ بصورة أعنف من أيِّ رياح أرضية، وقام أيضاً بجمع معلومات إضافية عن حلقات الكوكب وأقماره.

بنية المشتري

كوّن العلماء هذه الفكرة عن بنية المشتري من المعلومات التي استقوها من المسابير الفضائية.

1. تكون الطبقة العليا للغلاف الجوي مفكّكة إلى سُحُب ضخمة بفعل الرياح العنيفة. وتثور عواصف شديدة حول الكوكب.
2. الحزم القاتمة هي فجوات في السُحُب. يمكن مشاهدة طبقات من الغلاف الجوي المضطرب تحتها تكون أثخن وأكثر حرارة.
3. تبلغ سماكة هذه الطبقة 17 000 كيلومتر. وهي مؤلّفة من غاز الهيدروجين الذي يكون منضغطاً جداً بحيث يتصرّف كسائل.
4. تتكون هذه الطبقة أيضاً من الهيدروجين، لكنه هنا يكون منضغطاً لدرجة كبيرة جداً تجعله يتصرّف كصلب.
5. القلب، الذي هو أكبر قليلاً من الأرض، يعتقد أنه صلب وصخري.



أقْمار المشتري

حتى الآن، اكتشف الفلكيون 17 قمراً تدور حول المشتري. يسمّى أكبر أربعة منها **أقمار غاليليو**، تيمّناً بالعالم الإيطالي غاليليو الذي اكتشفها في عام 1610. أما أقمار المشتري الأخرى فهي أصغر بكثير. ويمكن أن يكون بعضها مجرّد كُوَيْكِبات وقعت في قبضة جاذبية الكوكب العملاق.

أقمار غاليليو (لا تظهر بحسب مقياس الرسم أعلاه)

غانيميد هو أكبر قمر في المنظومة الشمسية. وهو أكبر أيضاً من كوكب عطارد.

كاليستو هو كرة من الجليد المُغبر. سطحه مندّب بمئات الفوّهات.

إيو قمر مغطّى بالبراكين التي تسكب الكبريت على سطحه.

أوروبا يحتمل وجود محيط عميق تحت قشرته الجليدية المتكسِّرة. ويعتقد بعض العلماء أن هذا المحيط قد يحتوي على بعض أشكال الحياة البسيطة.

تحقّق بنفسك

يُعتبر المشتري من أسطع الأجرام في السماء، بعد الشمس والقمر والزُهْرة. ويبدو بالعين المجرَّدة كنجم ساطع جداً. وبمقدورك، إن كنت تملك تلسكوباً، أن ترى أحزمة سُحُبه الملوَّنة **وبقعته الحمراء الكبرى**، وهي عاصفة ضخمة تثور على طول الغلاف الجوي للكوكب.

زُحَل

زُحَل هو ثاني أكبر الكواكب في المنظومة الشمسية. يبلغ طول خط استوائه حوالي 536 120 كيلومتراً–أي أعرض من الأرض بتسع مرات. يدور زحَل حول الشمس دورة كاملة كلّ 29.5 سنة أرضية، على بعد يبلغ حوالي 429 1 مليون كيلومتر.

يتكوّن الكوكب بمعظمه من الهيدروجين والهليوم، وهما غازان خفيفان جداً. وهذا ما يجعل زحَل خفيفاً جداً مقارنةً بالكواكب الأخرى. ويعتقد الفلكيون أن زحَل يشابه المشتري من الداخل، لأنه يولد أيضاً حرارته الشديدة جداً.

أقمار زُحَل

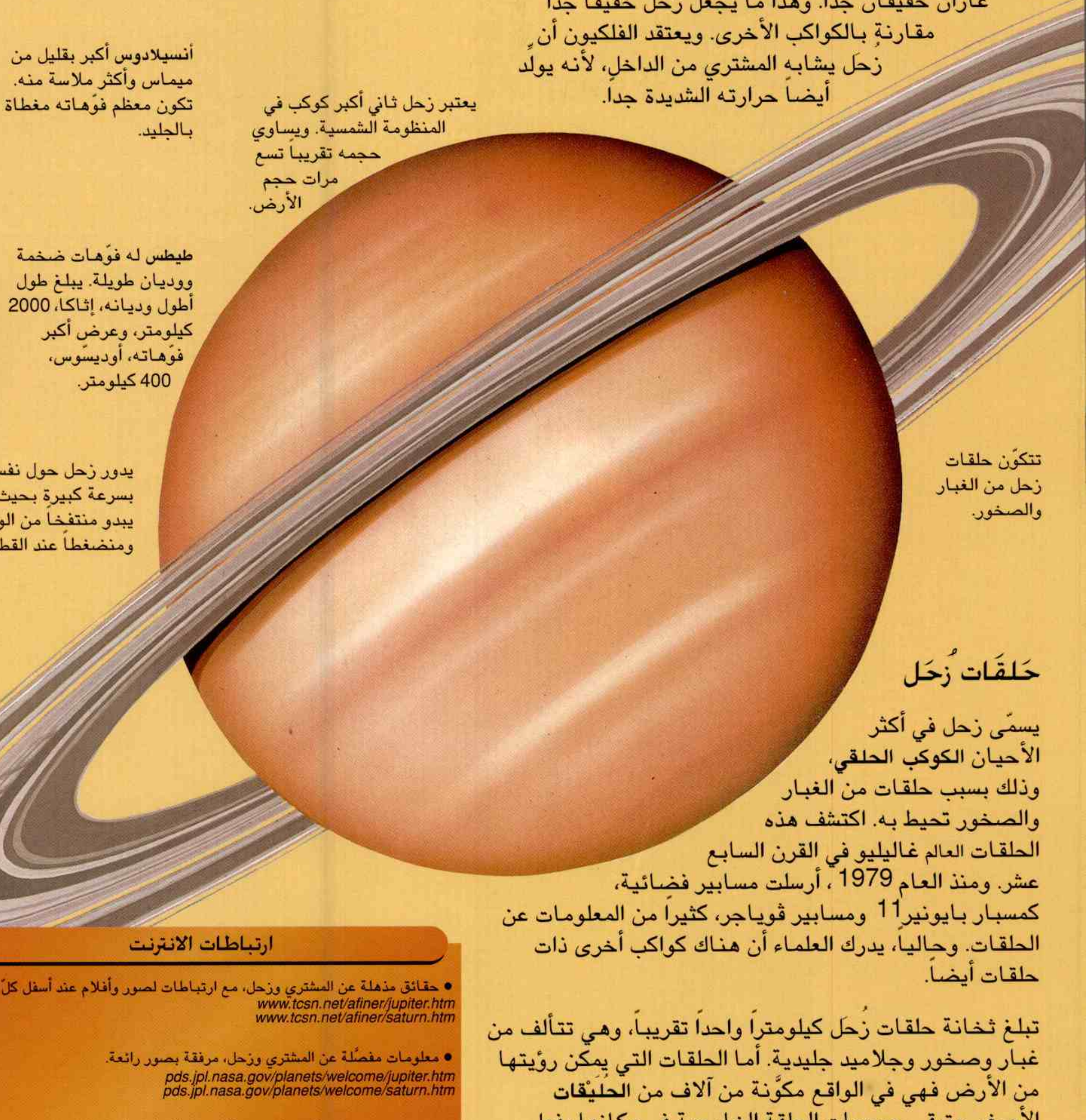
لزحل 18 قمراً، يظهر بعضها إلى اليسار. ويعتقد العلماء أن أقمار زحَل والمشتري هي من الأماكن في المنظومة الشمسية التي يرجّح وجود شواهد لحياة بسيطة عليها.

تيتان، أكبر أقمار زحل، تحيط به سحب برتقالية كثيفة.

ميماس يبلغ عرضه 398 كيلومترا، وهو مغطى بالفوهات. وقد أدت الصدمة التي أحدثت أكبر فوّهاته إلى تدميره تماماً تقريباً.

أنسيلادوس أكبر بقليل من ميماس وأكثر ملاسة منه. تكون معظم فوّهاته مغطاة بالجليد.

طيطس له فوّهات ضخمة ووديان طويلة. يبلغ طول أطول وديانه، إثاكا، 2000 كيلومتر، وعرض أكبر فوّهاته، أوديسّوس، 400 كيلومتر.



يعتبر زحل ثاني أكبر كوكب في المنظومة الشمسية. ويساوي حجمه تقريباً تسع مرات حجم الأرض.

تتكوّن حلقات زحل من الغبار والصخور.

يدور زحل حول نفسه بسرعة كبيرة بحيث يبدو منتفخاً من الوسط ومنضغطاً عند القطبين.

حَلقَات زُحَل

يسمّى زحل في أكثر الأحيان **الكوكب الحلقي**، وذلك بسبب حلقات من الغبار والصخور تحيط به. اكتشف هذه الحلقات العالم غاليليو في القرن السابع عشر. ومنذ العام 1979، أرسلت مسابير فضائية، كمسبار بايونير 11 ومسابير ڤوياجر، كثيراً من المعلومات عن الحلقات. وحالياً، يدرك العلماء أن هناك كواكب أخرى ذات حلقات أيضاً.

تبلغ ثخانة حلقات زُحَل كيلومتراً واحداً تقريباً، وهي تتألف من غبار وصخور وجلاميد جليدية. أما الحلقات التي يمكن رؤيتها من الأرض فهي في الواقع مكوّنة من آلاف من **الحُلَيْقات** الأصغر. وتبقى جسيمات الحلقة الخارجية في مكانها بفعل جاذبية قمرَيْن صغيرين، يُعرفان باسم **قمري شيفرد**.

ارتباطات الانترنت

- حقائق مذهلة عن المشتري وزحل، مع ارتباطات لصور وأفلام عند أسفل كلّ صفحة.
  www.tcsn.net/afiner/jupiter.htm
  www.tcsn.net/afiner/saturn.htm
- معلومات مفصّلة عن المشتري وزحل، مرفقة بصور رائعة.
  pds.jpl.nasa.gov/planets/welcome/jupiter.htm
  pds.jpl.nasa.gov/planets/welcome/saturn.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

أورانوس

في عام 1781، اكتشف الفلكي البريطاني ويليام هرشل كوكب **أورانوس**. يدور هذا الكوكب حول الشمس دورة واحدة كل 84 سنة أرضية، وذلك من مسافة تبعد 2870 مليون كيلومتر. يتحرَّك أورانوس ببطء، بمعدَّل 7 كيلومترات في الثانية، في حين أن الأرض، على سبيل المقارنة، تقطع قرابة 30 كيلومترا في الثانية.

تدور معظم الكواكب حول نفسها كالبلابل الخشبية، باستثناء أورانوس الذي يتدحرج حول الشمس على جانبه، كالبرميل. ويحتمل أن يكون أورانوس قد تعرَّض للإمالة منذ ملايين السنين نتيجة اصطدامه بمذنَّب بحجم الكوكب. يدور أورانوس حول نفسه بسرعة، متمِّماً دورة كاملة كل 17.9 ساعة.

مثل زحل، لأورانوس مجموعة من الحلقات اكتشفت في العام 1977. وفي العام 1986، قام المسبار الفضائي ڤوياجر 2 بتصوير هذه الحلقات وقياسها. وقد وُجد أن الحلقات تتألف بمعظمها من غبار داكن.

أقمار أورانوس

ساد الاعتقاد طويلاً أن لأورانوس 15 قمراً. ومع ذلك فقد تم اكتشاف ثلاثة أقمار أخرى له في عام 1999، سمِّيت بروسبيرو وسيتبوس وستيفانو.

تظهر الأقمار الخمسة الكبرى لأورانوس أدناه. **آرييل** و**أمبرييل** هما قمران مظلمان وكثيرا الفوّهات، في حين أن قمر **تيتانيا** له أودية طويلة وعميقة. أما قمر **أوبرون** فهو كثير الفوّهات، ولا يعرف عنه غير ذلك إلا القليل. وقمر **ميراندا** هو كرة صغيرة من الجليد، يبلغ قطرها حوالي 472 كيلومتراً. ويعتقد أنه انشطر نتيجة اصطدامه بمذنب.

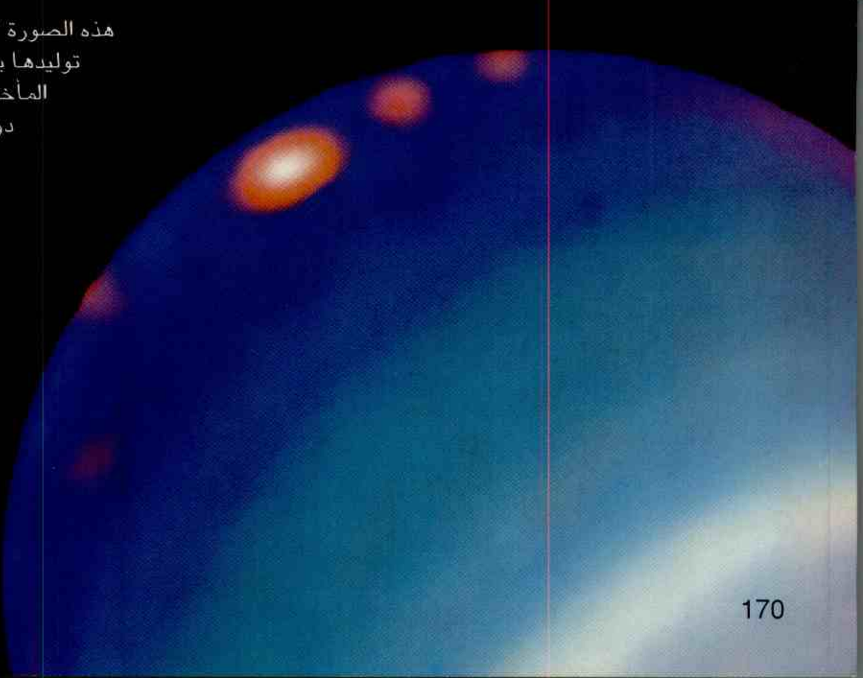
آرييل

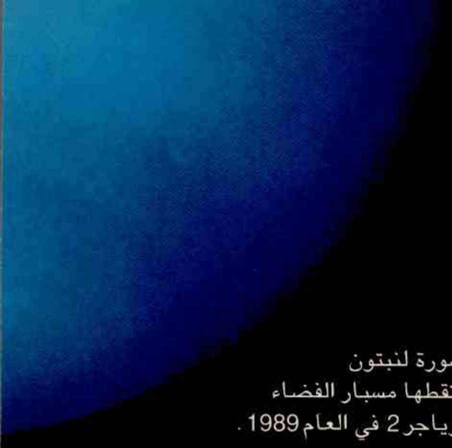
أمبرييل

تيتانيا

أوبرون

ميراندا


هذه الصورة لأورانوس وحلقاته تم توليدها بواسطة المعلومات المأخوذة من كاميرا الأشعة دون الحمراء القريبة لتلسكوب هابل الفضائي*. تمثل البقع الحمراء سحبا عالية.


صورة لنبتون التقطها مسبار الفضاء ڤوياجر 2 في العام 1989.

نبتون

كان الفلكيان جون كوتش آدامس وأوربان جان لوڤرييه أول من اكتشف **نبتون**. وهو كوكب أصغر بقليل من أورانوس، ويدور حول نفسه مرة واحدة كل 19.2 ساعة. يبعد نبتون عن الشمس حوالي 4 504 مليون كيلومتر، وهو يحتاج إلى حوالي 165 سنة أرضية لإتمام دورة كاملة حولها.

لا يمكن رؤية نبتون بالعين المجرَّدة، وهو حتى بالتلسكوب لا يبدو إلا كدائرة صغيرة ضاربة للزُّرْقة.

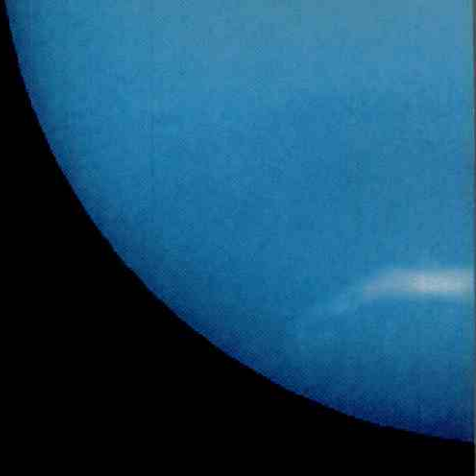
غلاف نبتون الجوي

يستمدّ نبتون مظهره الأزرق من غاز الميتان الموجود في غلافه الجوي، الذي يحتوي أيضا على غازيْ الأمونيا والهليوم. ويعتقد أن للكوكب طبقة خارجية من الهيدروجين تقع تحت هذا الدثار الكثيف من الغازات.

رصد مسبار ڤوياجر 2 سُحبا دوّامية هشّة وطويلة تدور حول نبتون، تعصفها رياح بسرعة 2 000 كيلومتر بالساعة. رصد المسبار أيضا بقعا مظلمة، كان أكبرها **البقعة المظلمة الكبرى**، وهي عبارة عن عاصفة ضخمة بحجم الأرض.

البقعة المظلمة الكبرى لنبتون. أطلق علماء ڤوياجر 2 على السحابة الصغيرة التي تظهر تحتها اسم سكوتر، لأنها تجري حول الكوكب كل 16 ساعة.

*تلسكوب الفضاء هابل، 175.



أقمار نبتون

لنبتون تسعة أقمار، أكبرها **تريتون ونيريد**. ويعتبر الأول أكبر من كوكب بلوتو. تدور معظم الأقمار حول كواكبها في نفس الاتجاه الذي تدور فيه هذه الكواكب حول نفسها. ومع ذلك، يطوف قمر تريتون في الاتجاه المعاكس، كما هو مبيِّن في الرسم أدناه.

أما تريتون فيدور باتجاه عقارب الساعة.

يكون معظم سطح تريتون ساطعاً وأملس، ويوجد عليه بعض الخطوط الداكنة وجليد وردي حول قطبه الجنوبي. لتريتون أيضاً غلاف جويّ رقيق من النتروجين والميتان.

تظهر هذه الصورة لتريتون القلنسوة القطبية. من الممكن أن تكون هذه المسحة الوردية للقلنسوة ناشئة عن تبخُّر غاز النتروجين المتجمد.

يميل مدار بلوتو بزاوية مقارنة بالكواكب الأخرى. وهو يقطع مدار نبتون.

بلوتو

بلوتو هو أصغر كواكب المنظومة الشمسية، يبلغ قطره 280 2 كيلومتراً تماماً. اكتشفه الفلكي الأميركي كلايد تومبو في العام 1930. ويتفاوت بعد بلوتو عن الشمس تفاوتاً كبيراً بسبب مداره الاهليلجي.

يعتبر بلوتو الكوكب الأبعد في المنظومة الشمسية في أغلب الأحيان. فهو يبعد عن الشمس في أقرب نقطة له مسافة 425 4 مليون كيلومتر. وتصل هذه المسافة في أبعد نقطة له إلى 375 7 مليون كيلومتر. وهو يحتاج إلى 248 سنة أرضية لإتمام دورة واحدة حول الشمس.

قمر بلوتو

لبلوتو قمر وحيد، يسمّى **شارون**، اكتشف في عام 1978. يبلغ حجم شارون نصف حجم بلوتو تقريباً، ما يجعل منه قمراً كبيراً بدرجة غير مألوفة. ولهذا السبب، اعتقد الكثير من الفلكيين أنِ بلوتو وشارون ليسا في الحقيقة إلا زوجاً من الكواكب.

شارون

بلوتو وقمره شارون قريبان جداً أحدهما من الآخر، ولا تتعدى المسافة التي تفصل بينهما 000 20 كيلومتر تقريباً.

بلوتو

دراسة بلوتو

من الصعب جداً رؤية بلوتو بسبب بعده الكبير جداً. وحتى أقوى التلسكوبات على الأرض لا ترى بلوتو إلاّ كدائرة بالغة الصغر بدون أي علامات سطحية. لكن الصور التي أرسلها تلسكوب الفضاء هابل* توحي بأنه قد يكون كرة جليدية صخرية تشبه تريتون قمر نبتون، مع غلاف جوي من الميتان والنتروجين المتجمدين.

يعتقد العلماء أنه كلما تحرّك بلوتو بعيداً عن الشمس، تجمَّد غلافه الجوي وسقط على سطح الكوكب. وتخطّط وكالة الفضاء الاميركية ناسا*، في عام 2004، لإرسال مسبار يدعى بلوتو كويبر اكسبرس لدراسة الغلاف الجوي لبلوتو قبل أن يتجمّد. وستستغرق هذه الرحلة إلى بلوتو حوالي 12 سنة. إذا تكللت هذه المهمة المكْلِفة بالنجاح، فإن بلوتو كويبر اكسبرس سيرسل إلى الأرض أولى صوره المفصَّلة عن هذا الكوكب الغامض.

ارتباطات الانترنت

- حقائق مذهلة عن نبتون وأورانوس وبلوتو، مع ارتباطات لصور وأفلام.
  www.tcsn.net/afiner/neptune.htm
  www.tcsn.net/afiner/uranus.htm
  www.tcsn.net/afiner/pluto.htm
- ادخل إلى الموقع وانقر على ارتباطات نبتون أو أورانوس أو بلوتو للحصول على حقائق وأرقام وصور عنها.
  www.windows.umich.edu
- معلومات عن نبتون وأورانوس وبلوتو، وعن حلقات هذه الكواكب وأقمارها.
  planetscapes.com/solar/eng/neptune.htm
  planetscapes.com/solar/eng/uranus.htm
  planetscapes.com/solar/eng/pluto.htm
- آخر الأخبار عن بلوتو كويبر اكسبرس.
  www.jpl.nasa.gov/ice_fire/pkexprss.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*تلسكوب الفضاء هابل، ناسا (وكالة الفضاء الأميركية)، 175.

الحطام الفضائي

بالإضافة إلى الكثير من الكواكب والأقمار، تحتوي المنظومة الشمسية أيضا على الملايين من الأجرام الأصغر، هي الكويكبات والمذنبات والنيازك. ويعتقد أن هذه الأجسام ما هي إلا قطعا من الحطام المتخلف عن ولادة الكون.

هال-بوب، المذنَب الأكثر وضوحا الذي يرى مرة كل 100 سنة، تمت رؤيته بين عامي 1995 و1997.

الكُوَيْكبات

الكويْكبات هي قطع كبيرة من الصخر، أو من الصخر والمعدن. اكتشفها لأول مرّة في عام 1801 فلكي إيطالي يدعى بياتزي. عثر بياتزي على جسم في الفضاء ظنّه كوكبا صغيرا جدا وسمّاه **سيريس**.

في فترة لاحقة، رصد فلكيون آخرون أجساما مشابهة، سمّوها كويْكبات، أي أشباه الكواكب. يدور معظمها حول الشمس بين المريخ والمشتري، في منطقة تدعى **حزام الكويْكبات**.

أول صور أخذت عن قرب لأحد الكويكبات التقطها في عام 1991 مسبار الفضاء غاليليو، الذي صوّر الكويكب **غاسبرا**. أظهرت الصور أن قطر غاسبرا يبلغ 19 كيلومترا وأن له شكلا غير منتظم، وهو ذو سطح مخدّد ومندّب بالفوّهات.

أعدادها وأنواعها

اكتشف لغاية الآن بضع مئات الآلاف من الكويكبات ولا يزال يكتشف المزيد منها كل عام. ويصنّف معظم الكويْكبات في واحدة من المجموعات الثلاث الرئيسية، تبعا لتركيبها. وهذه المجموعات هي كربونية (مثل سيريس) وسيليسية (مثل غاسبرا) ومعدنية.

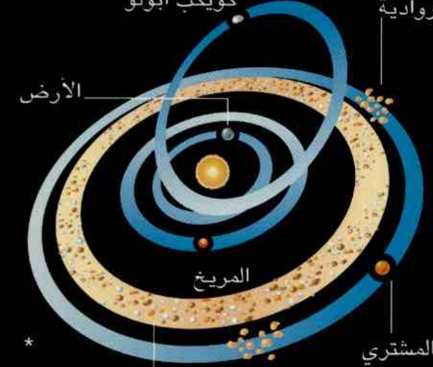
الكويْكبات الكربونية (أو **النمط C**) هي الأكثر شيوعا. وهي حجريّة وأكثر دُكنة من الفحم.

الكويكبات السيليسية (أو **النمط S**) تكون ساطعة ولامعة، وذات محتوى معدني.

الكويْكبات المعدنية (أو **النمط M**) هي عبارة عن قلوب معدنية مكشوفة لأجرام كانت أكبر في الأصل.

المجموعتان الطِرْواديّة والابولوية

هناك عدة مجموعات أخرى من الكويكبات إلى جانب تلك الموجودة في حزام الكويْكبات الرئيسي. فمثلا، تشد جاذبية المشتري حشودا من الكويكبات المعروفة بالمجموعة **الطروادية**، يدور بعضها أمام المشتري وبعضها الآخر خلفه.



هناك أيضا كويكبات أخرى، تعرف **بكويكبات أبولو**، يتقاطع مسارها أحيانا مع مسار الأرض، إلا أن مسارها المعتاد يبقى بعيدا عن الشمس.

* بالرغم من أن الكويكبات تشاهد هنا قريبة جدا، إلا أن المسافات بينها تكون كبيرة جدا بحيث تستطيع أيّ مركبة فضائية المرور عبرها دون أن تصطدم بها.

يكون سطح الكويْكبات غالبا مندبا بالفوهات. ويعود ذلك إلى اصطدامها بقطع أصغر من الحطام الفضائي.

غاسبرا هو أحد أكبر الكويْكبات في الحزام الكويكبي. وهو قاتم وذو لون بني مائل للاحمرار، مع بقع رمادية وزرقاء.

لقاء نير

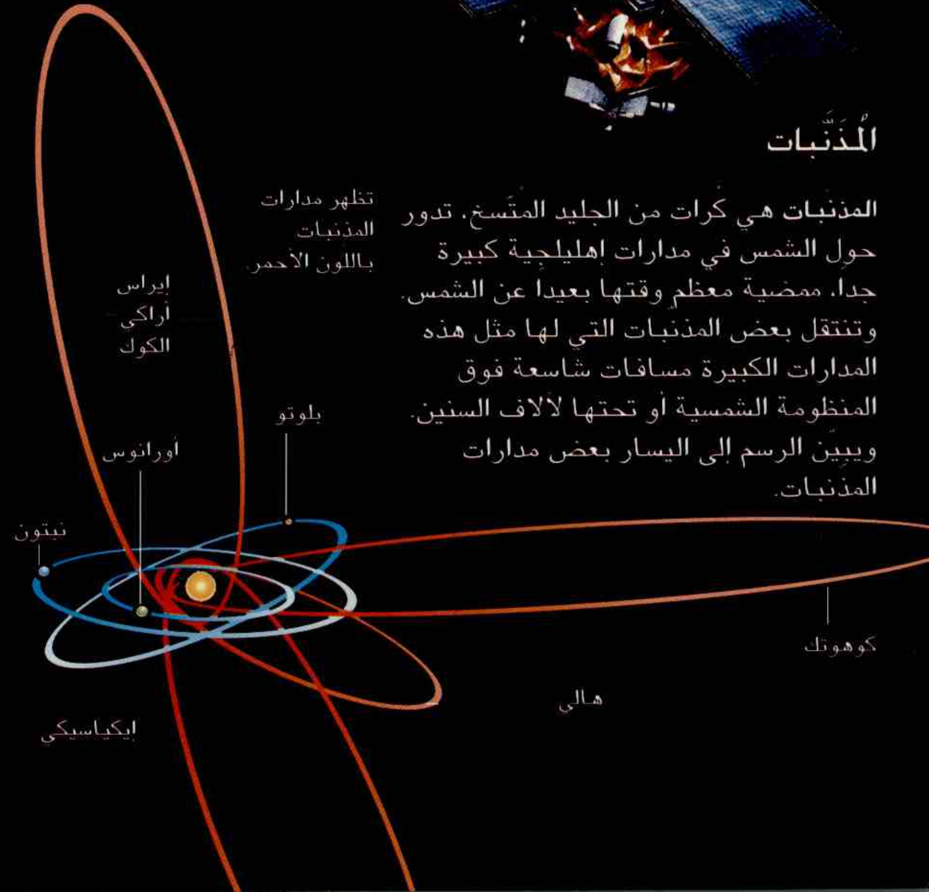
تسمّى الكويكبات التي تقترب من الأرض كثيرا **الكويكبات القريبة من الأرض**. وقد صمم مشروع نير Near، الذي هو اختصار للعبارة Near Earth Asteroid Rendezvous، لدراسة أحد هذه الكويكبات، المسمّى **إيروس**. أطلقت المركبة الفضائية نير في شباط/فبراير من العام 1996، وبلغت إيروس في شباط/فبراير 2000، لإتمام سنة كاملة من الدوران.

يأمل الفلكيون أن تساعدهم مهمة نير في اكتشاف المزيد عن بنية الكويكبات القريبة من الأرض وعلاقتها بالأجرام الأخرى في الفضاء، كما يأملون أيضا أن تقدّم لهم أفكارا جديدة حول كيفية تشكل الكواكب.

مركبة الفضاء نير. كشفت الصور التي أرسلتها الكثير من المعلومات الجديدة حول الكويكبات القريبة من الأرض.

المُذَنَّبات

المذنبات هي كرات من الجليد المتّسخ، تدور حول الشمس في مدارات إهليلجية كبيرة جدا، ممضية معظم وقتها بعيدا عن الشمس. وتنتقل بعض المذنبات التي لها مثل هذه المدارات الكبيرة مسافات شاسعة فوق المنظومة الشمسية أو تحتها لآلاف السنين. ويبيّن الرسم إلى اليسار بعض مدارات المذنبات.



ذيل المذنَّب

يسمّى الجزء المركزي الصّلب للمذنّب **النواة**. وهو مكوّن من غازات متجمّدة وجليد وحصى وصخر. عند اقتراب المذنب من الشمس، تصبح نواته أكثر حرارة وتبدأ بالانصهار فيتكوّن ذيل للمذنّب. ويكون لبعض المذنبات أكثر من ذيل واحد.

كيف يتشكّل ذيل المذنّب

عندما يطير هذا المذنّب في الفضاء بعيدا عن الشمس، لا يكون له أي ذيل.

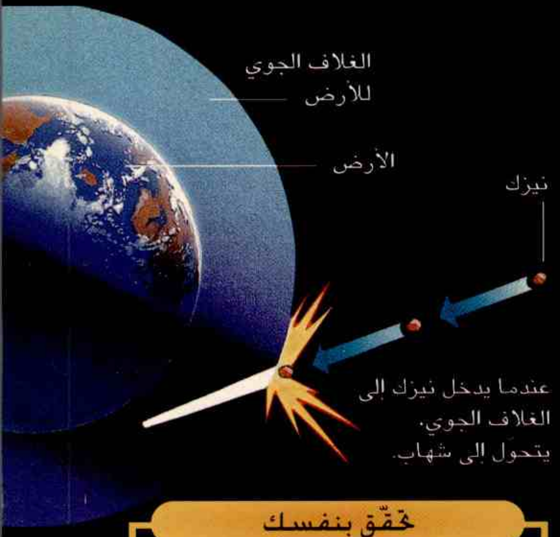
ينصهر المذنّب عند اقترابه من الشمس، مخلفا وراءه في الفضاء الغاز والغبار على شكل سحابة تسمى **الذؤابة**.

يعصف تيار مستمر من الجسيمات الصادرة عن الشمس، يعرف **بالرياح الشمسية**، بالذؤابة إلى الخلف، مولدا ذيلا للمذنب.

النيازك

النيازك قطع صغيرة جدا من الحطام الفضائي. وقد تكون حبيبات غبارية تخلفها المذنبات أو كتل صخرية أو حتى كسارات من حطام الكويكبات.

أحيانا، تقطع الأرض مسار هذه النيازك، التي يخترق بعضها الغلاف الجوي محترقا كشريط من الضوء. تسمّى النيازك في هذه المرحلة **الشهب** أو **النجوم الساقطة**. أما النيازك التي تجتاز كلّ الغلاف الجوي وتصل إلى الأرض فتسمّى **الرجَم** أو **الأحجار النيزكية**.



عندما يدخل نيزك إلى الغلاف الجوي، يتحول إلى شهاب.

تحقّق بنفسك

وابل الشهب هو عرض قصير، لكنه مثير ومميز، للشهب ينجم عن عبور الأرض لمسار أحد المذنبات. يمكنك من خلال الاستعانة بمجلات علم الفلك والانترنت معرفة أفضل التواريخ لرؤية هذا الوابل الشهبي في نصف الكرة التي تعيش فيها.

ارتباطات الانترنت

- فعّاليات وتاريخ المذنبات، ومجموعة من الصور بأسلوب العرض المنزلق.
  cse.ssl.berkeley.edu/comod/com.html
- معلومات جيدة عن الكويكبات والمذنبات، مع ارتباطات.
  www.seds.org/nineplanets/nineplanets/smallbodies.html
- موقع وب رسمي لمهمة نير.
  near.jhualp.edu
- صور وحقائق عن مذنب هال-بوب.
  galileo.ivv.nasa.gov/comet/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

استكشاف الفضاء

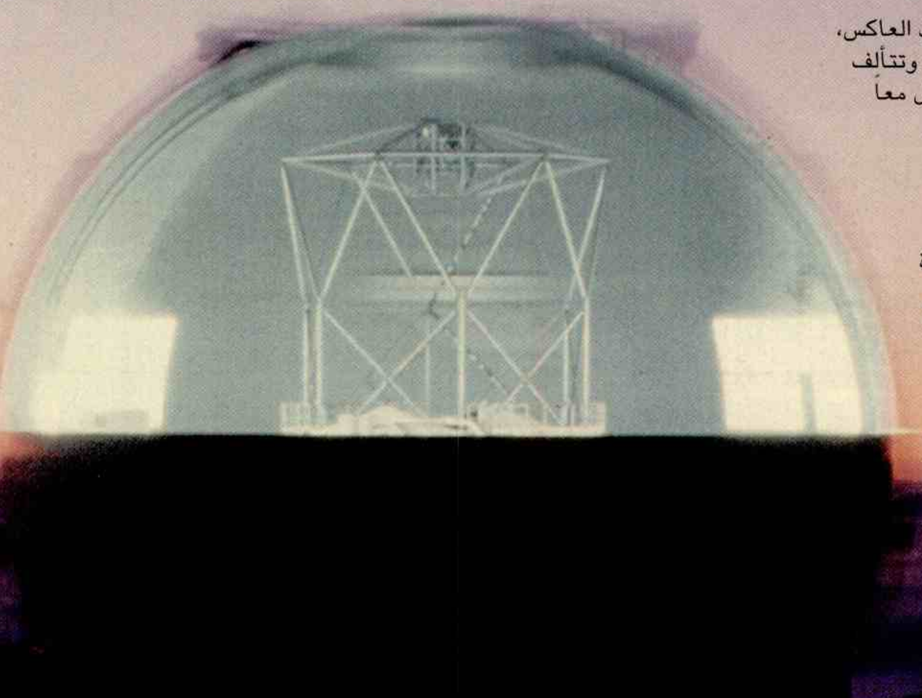
بعد اختراع التلسكوب في القرن السابع عشر، أصبحت دراسة الفضاء تفصيلياً ممكنة وميسرة. ومنذ ذلك الوقت، بدأ الفلكيون يستخدمون الكثير من الأدوات المعقدة والمتطورة لسبر أغوار الفضاء أكثر فأكثر. وفي القرن العشرين، نجح العلماء في إرسال الأقمار الاصطناعية، ثم البشر، إلى الفضاء لدراسته بصورة معمقة أكثر.

أول تلسكوب فلكي حقيقي صنعه غاليليو في العام 1610. ويستطيع التكبير تسع مرات، إلا أن أشكاله المطوّرة لاحقاً استطاعت التكبير ثلاثين مرة.

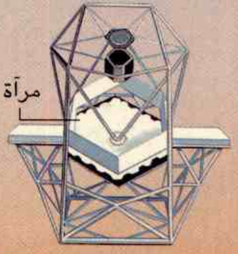
التلسكوبات البصرية

التلسكوبات البصرية أجهزة تنتج الصور باستخدام الضوء. وبعض هذه التلسكوبات، وتسمى **التلسكوبات الكاسِرة**، تجمّع الضوء من خلال العدسات. أما **التلسكوبات العاكِسة** فتستخدم المرايا لتجميع الضوء وعكسه إلى عين الراصد. ويستخدم الفلكيون تلسكوبات عاكسة ضخمة تبيَّت في أبنية تسمّى **المراصد**، للنظر بعيداً في الفضاء.

تشمل مراصد كيك في هاواي أقوى التلسكوبات البصرية في العالم. وقد بنيت، كغيرها من المراصد الأخرى، على قمم الجبال التي تعلو عن معظم الضباب والتلوث في الجوّ.



يبلغ عرض هذا التلسكوب العاكس، كيك 1، أكثر من 10 أمتار. وتتألف مرآته من 36 قطعة، تعمل معاً كمرآة أحادية عملاقة.



التلسكوبات الراديوية

تحتوي **التلسكوبات الراديوية** على أطباق ضخمة جداً ذات هوائيات متحرّكة، تجمّع الإشارات الضعيفة الصادرة عن أجرام في الفضاء. وهي تسمح للفلكيين بكشف أشياء مظلمة جداً أو بعيدة جداً لدرجة لا يمكن أن تراها حتى أكثر التلسكوبات البصرية قوّة.

وأكبر تلسكوب راديوي في العالم هو طبق أريسيبو في جزيرة بورتوريكو. ويبلغ عرض هذا الطبق، المبني في واد طبيعي، 305 أمتار. وهو حسّاس لدرجة كبيرة تكفي لكشف أضعف الإشارات الصادرة من مجرّات موجودة في مناطق نائية من الكون. ويبلغ عمر هذه الإشارات، عند وصولها إلى الأرض، 100 مليون سنة.

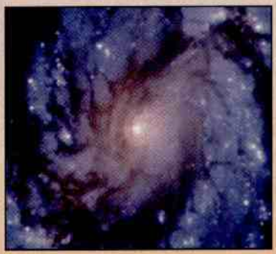
تلسكوب راديوي. يمكن توجيهه نحو أي هدف خاص في الفضاء.

تلسكوبات الفضاء

تتمكّن التلسكوبات الموضوعة في الفضاء من الرؤية لمسافة أبعد بكثير من التلسكوبات الموجودة على الأرض، وذلك بسبب عدم وجود غلاف جوي يعيق الرؤية. ويعتبر تلسكوب الفضاء هابل (HST) أكبر تلسكوب تم وضعه في الفضاء لغاية الآن. وهو تلسكوب بصري أطلقته وكالة الفضاء الأميركية ناسا في العام 1990.

يبلغ طول قطر المرآة الرئيسية لتلسكوب الفضاء هابل 2.4 م.

عندما أُطلق تلسكوب الفضاء هابل، كان الفلكيون يأملون منه أن يوفر لهم إجابات عن الكثير من الأسئلة المتعلقة بطبيعة الكون وحجمه. إلا أنه بعد إصلاح مرآته الرئيسية في العام 1993، بدأ بإرسال صور مذهلة جداً للكون لم يسبق لأحد أن رآها من قبل.



تبعد عنا مجرّة M100 عشرات ملايين السنين الضوئية. وقد أخذت هذه الصورة بواسطة تلسكوب الفضاء هابل بعد ترميم مرآته.

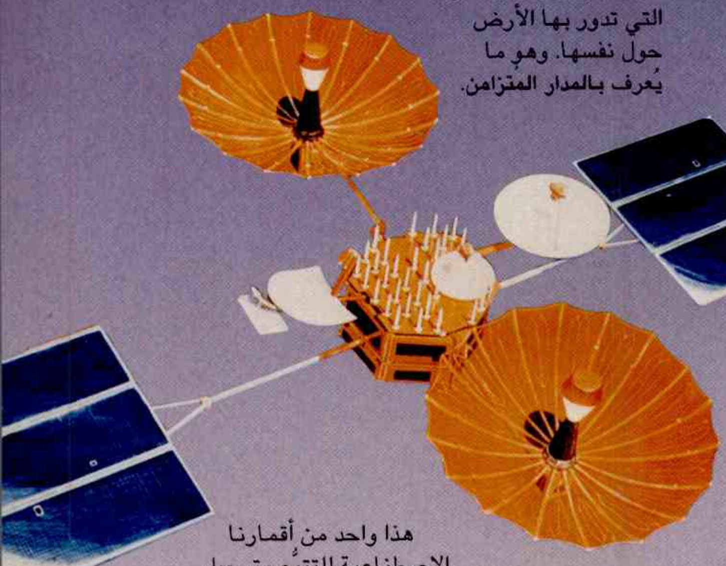
السواتل أو الأقمار الاصطناعية

تدور حول الأرض أجهزة كثيرة من صنع الإنسان تسمّى الأقمار الاصطناعية أو السواتل. تستخدم كلمة تابع للإشارة إلى أي جرْم يدور حول كوكب أو نجم، كالقمر مثلاً. يجمع بعض الأقمار الاصطناعية المعلومات عن الفضاء ويرسلها مباشرة إلى العلماء على الأرض. وهناك أقمار أخرى تلتقط إشارات الراديو والتلفزيون والهاتف ثم ترسلها ثانية إلى أماكن أخرى على الأرض.

وأول قمر اصطناعي أرسل إلى الفضاء كان سبوتنيك 1 الذي أطلقه الاتحاد السوفياتي في العام 1957. لم يتمكن هذا القمر من التقاط الصور أو تسجيل المعلومات، إلاّ أنه برهن على قدرة الإنسان على صنع أجهزة يمكن إطلاقها بنجاح في الفضاء.

في عام 1989، أطلقت وكالة الفضاء الأوروبية القمر الاصطناعي هيباركوس، الذي قام، خلال ثلاث سنوات ونصف، برسم خرائط مفصَّلة جداً للسماء الليلية. وقد استطاع الفلكيون، من خلال النتائج التي نشرت في العام 1997، حساب بُعْد آلاف النجوم وغيرها من الأجرام بدقة عظيمة لم تكن موجودة قبلاً.

يدور هذا القمر الاصطناعي حول الأرض بنفس السرعة التي تدور بها الأرض حول نفسها. وهو ما يُعرف بالمدار المتزامن.



هذا واحد من أقمارنا الاصطناعية للتتبُّع وترحيل المعطيات (TDRS). وهي تتواصل مع المركبة الفضائية الدائرة قرب الأرض.

تحقّق بنفسك

إذا كنت تودّ التعرف إلى النجوم والكواكب بنفسك، فإنك ستحتاج إلى خريطة للسماء الليليّة. لذا عليك الاستعانة بخرائط النجوم الموجودة في كتب علم الفلك للتعرّف إلى الكوكبات، واختيار الخريطة المناسبة للموقع الذي تعيش فيه على الأرض، لأن السماء تبدو مختلفة في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي. أما إذا رغبت باكتشاف الكواكب، فإن الخرائط الموجودة في مجلات علم الفلك الشهرية سترشدك إلى الكواكب التي يمكنك رؤيتها في وقت معين.

ارتباطات الانترنت

- موقع وب الرسمي لمرصد أريسيبو، مقر أكبر تلسكوب راديوي وحيد الطبق في العالم. www.naic.edu
- موقع وب الرسمي لمرصد كيك، مع معلومات ووقائع خاصة بتلسكوباته. www.astro.caltech.edu/mirror/keck/index.html
- معلومات خاصة بتلسكوب هابل الفضائي، تشمل سيرة عنه وصورا حديثة وأفلاما ورسوما متحركة. oposite.stsci.edu/pubinfo
- مدخل جيد لهواة علم الفلك. www.seasky.org/astronomy/sky1.html
- تعلّم ما يتعلق بالأقمار الاصطناعية، وقم ببناء واحد منها أيضا. www.thetech.org/hyper/satellite/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

أُرسل هذان الرائدان إلى الفضاء لترميم قمر اصطناعي معطَل.

جهاز المعالجة من بعد التابع للمكوك الفضائي، وهو عبارة عن ذراع متحرّكة يمكنها استعادة الأجسام وإعادتها إلى المكوك.

مسابير الفضاء

منذ ستينيات القرن العشرين، بدأ إرسال مركبات فضائية غير مأهولة تسمّى **المسابير الفضائية** لاستكشاف المنظومة الشمسية. وقد زوِّد معظمها بكاميرات التقطت صوراً مفصَّلة للكواكب البعيدة وأرسلتها إلى الأرض، حيث قام علماء الفلك بدراستها.

أحد هذه المشاريع كان مهمة المسبار غاليليو إلى المشتري الذي أطلقته الناسا في عام 1989. حمل غاليليو معه أيضاً مسباراً أصغر يمكنه الانفصال عن مركبته الأم لدراسة الغلاف الجوي للكوكب. ومنذ عهد قريب، حطّ المسبار مارس باثفايندر على كوكب المرّيخ حيث خرجت منه مركبة صغيرة يمكن التحكم فيها من بعد لاستكشاف سطحه.

وحتى الآن، قام المسباران پايونير 10 (الذي درس المشتري وزحل) وپايونير 11 (الذي درس زحل) برحلات أبعد من أيّ مسبار آخر. وبعد إتمام مهمّتيهما، سوف يخرجان من منظومتنا الشمسية ويسيران على غير هُدى، ولن يكون لهما بعد ذلك أي فاعلية.

أوّل رَجُل في الفضاء

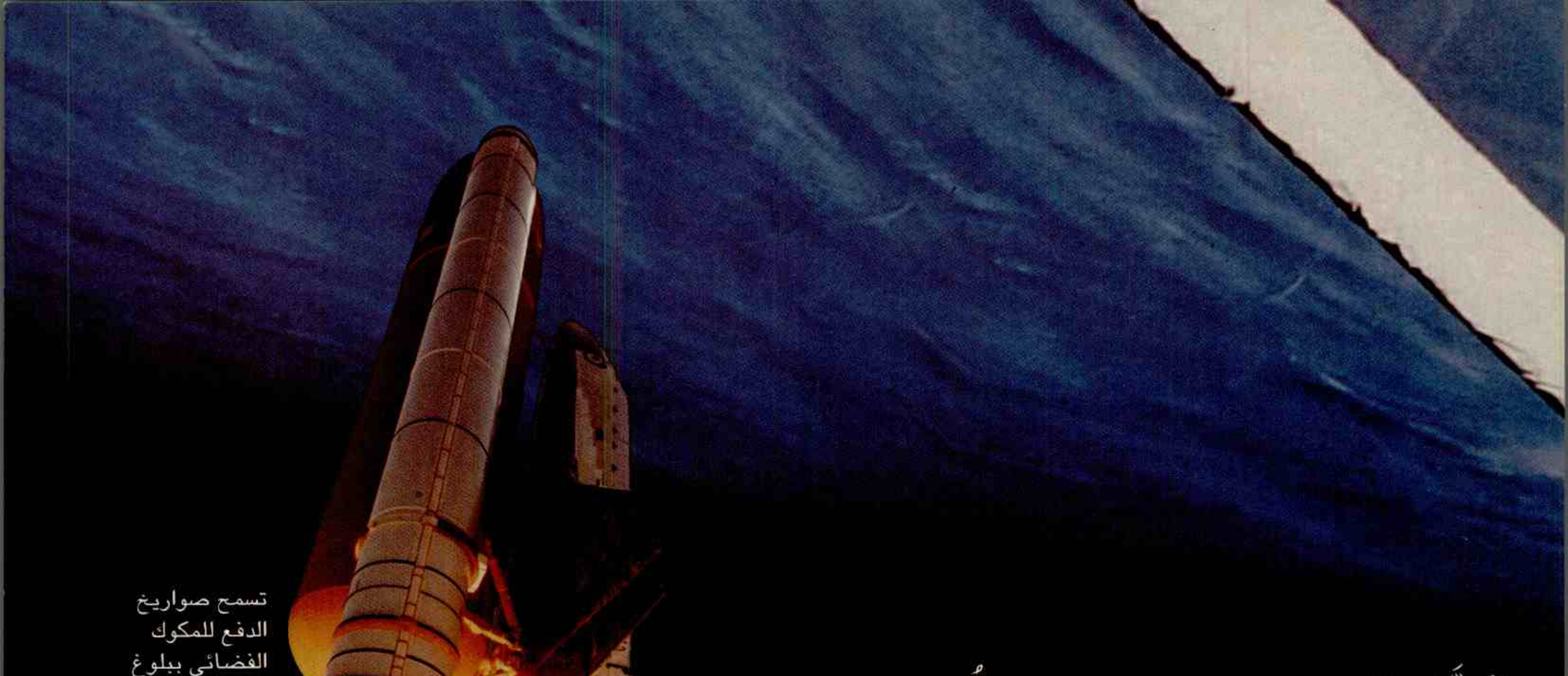
لسنوات طويلة، ساد الاعتقاد بأن سفر الإنسان في الفضاء محفوف بالمخاطر. لكن التقدّم الذي شهدته التكنولوجيا في خمسينيّات القرن العشرين جعل من رائد الفضاء الروسي يوري غاغارين أول رجل يسافر إلى الفضاء في عام 1961. وقد دامت رحلته ساعة ونصف الساعة.

رجال على القمر

في عام 1959، هبط مسبار فضائي سوفييتي، يدعى لونا 9، على سطح القمر. وكان بذلك أول مركبة غير مأهولة من صنع الإنسان تحط على القمر. بعد عشر سنوات، انطلق رائدا الفضاء الأميركيّان نيل أرمسترونغ وإدوين ألدرين إلى القمر في مركبة الفضاء أبولو 11 وكانا بذلك أوّل شخصين يمشيان على سطحه.

خلال ستينيّات وسبعينيّات القرن العشرين، هبطت ستة مركبات على سطح القمر. وقد جمع ملاّحو كلّ طاقم منها معلومات وعيّنات صخرية من مكان الهبوط. ولا يزال العلماء حتى اليوم يدرسون هذه العيّنات لفهم المزيد عن كيفية تشكّل القمر وتطوّره قبل بلايين السنين، الأمر الذي قد يساعدهم في إماطة اللثام عن تكوّن الأرض أيضاً.

آخر بعثة مأهولة أرسلت إلى القمر كانت أبولو 17 في عام 1972.



تسمح صواريخ الدفع للمكوك الفضائي ببلوغ سرعة تصل إلى 1.4 كيلومتر في الثانية.

المحطّات الفضائية

تُستخدم **المحطات الفضائية** للقيام بالدراسات التي يصعب على الأقمار الاصطناعية أو المسابير القيام بها. ويمكث أحياناً روّاد الفضاء في هذه المحطات لأكثر من سنة. وتساعد استجاباتهم للعيش في الفضاء العلماء في الأرض على فهم المزيد عن تأثيرات انعدام الجاذبية على الجسم البشري.

أطلقت الولايات المتحدة الأميركية أوّل محطة فضائية، سكايلاب، في العام 1973. أما محطة الفضاء الروسية، مير، فقد أُطلقت في العام 1986. وقد صُنعت خصيصاً لهذه المحطات قطع تسمّى **المقصورات** قادرة على الارتباط بها أو الانفصال عنها تبعاً لطبيعة المهمة التي يراد تنفيذها على متن المحطة.

ستزود ألواح عملاقة من الخلايا الشمسية محطة الفضاء الدولية بالطاقة.

يجري العمل حالياً على تنفيذ مشروع مشترك بين دول كثيرة أطلق عليه اسم **المحطة الفضائية الدولية (ISS)**، ومن المتوقع إنجازه حوالي العام 2005. وسيكون هذا المشروع قادراً، بعد الانتهاء من تجميعه، على توفير ستة مختبرات لأغراض البحث الفضائي الدولي.

المكّوك الفضائي

في الماضي، كانت الأقمار الاصطناعية وتجهيزات محطات الفضاء تُطلَق إلى الفضاء على متن صواريخ غير مأهولة تستعمل لمرة واحدة فقط. إلاّ أن هذا كان مُكلفاً وغير ملائم، لأن الصواريخ كانت مؤلفة بمعظمها من صهاريج للوقود، يتم التخلّص منها عندما تنضب بحيث لا يستفاد منها ثانية.

صمّم **المكوك الفضائي** الاميركي كبديل أكثر فعالية. وهو يُدفع إلى الفضاء بواسطة صاروخَيْ دفع ضخمين يعملان على الوقود الصلب. يتم التخلي عن هذين الصاروخين على ارتفاع 45 كيلومتراً، فيهبطان ببطء فوق البحر بالمظلات، حيث يتم انتشالهما واستعمالهما ثانية.

عند انتهاء مهمة المكّوك، ينزلق عائداً إلى الأرض، تحميه أغلفة خاصة مقاومة للحرارة الشديدة التي يصادفها عند دخوله مجدّداً الغلاف الجوي للأرض.

تدوم مهمات المكّوك عادة حوالي الأسبوع. وقد استعين به لنقل روّاد الفضاء الذين رمّموا تلسكوب الفضاء هابل*.

تحقّق بنفسك

في أوقات معينة، يمكنك رؤية محطة الفضاء الدولية (ISS) والمكوكات الفضائية وهي تنتقل عبر السماء كالنجوم البطيئة الحركة. وهناك مواقع عدة على الإنترنت تخبرك عن الزمان والمكان المناسبين للرؤية، كما أن هناك مواقع أخرى كثيرة أيضاً تخبرك عن أحدث ما توصلت إليه مشاريع الأبحاث. وقد أوردنا أدناه وعلى الصفحة 175 بعض مواقع الوب المفيدة لذلك.

ارتباطات الانترنت

- موقع عائد للناسا يهتم بالأطفال فقط، يشرح لهم علم الفلك واستكشاف الفضاء من خلال الرسوم المتحركة.
starchild.gsfc.nasa.gov/docs/StarChild/space_level2/space.html
- قصة أول هبوط على القمر، مع مشاهد منزلقة وأصوات وصور.
www.discovery.com/news/features/moonwalk/challenge.html
- ابحث عن الموقع الصحيح في الفضاء لمحطة الفضاء الدولية (ISS) وتلسكوب هابل الفضائي (HST) والمكوك الفضائي وتوابع أخرى.
liftoff.msfc.nasa.gov/academy/rocket_sci/satellites
- انقر على أجزاء من مكوك الفضاء للحصول على مزيد من المعلومات. تشمل أجوبة على استفسارات وارتباطات لمصادر أخرى عن المكوك.
sedslpl.arizona.edu/ssa/docs/Space.Shuttle

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*تلسكوب الفضاء هابل، 175.

الأرض البدائيّة

الأرضُ كوكبٌ صغير جداً في كون شاسع، يحوي بلايين النجوم والكواكب والأقمار، بالإضافة إلى مناطق شاسعة تضم جُسيمات أخرى أصغر منها. ولا يوجد حتى الآن أي إثبات نهائي لكيفية حصول الأحداث القديمة كتشكل الأرض مثلاً. إلا أن كثيراً من العلماء يعتقدون أن أنماط الإشعاع في الفضاء تُظهر أن الكون تشكَّل نتيجة لانفجار ضخم حدث قبل حوالي 15 بليون (15000 مليون) سنة. وقد أطلق على هذه الفكرة اسم **نظرية الانفجار العظيم**.

تساقط الكثير من المذنبات الجليدية والكويكبات الصخرية على سطح الأرض القديم.

ولادة الأرض

يسُود الاعتقاد أن الأرض تشكَّلت قبل حوالي 4600 مليون سنة، وأنها منذ ذلك الحين تعرَّضت للتبدّل والتطوّر بشكل مستمر. ويُرجَّح أن الأرض بدأت كسحابة دُوَّامية ضخمة من الغبار والغازات. ومع مرور الوقت، أخذت هذه السحابة تنكمش وتتصلب، وتجمعت المعادن الغنية بالحديد في وسط الكوكب النامي، مشكلة في نهاية الأمر قلباً حديدياً.

عندما تشكلت الأرض، بدأت غازات الميتان والهيدروجين والأمونيا تتصاعد من البراكين إلى السطح. ومع مرور الوقت، تمكنت الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس بتفكيك هذه الغازات السامَّة، مخلفة طبقة سميكة من النتروجين وثاني أكسيد الكربون. وبنفس الوقت، شكل بخار الماء المتصاعد من البراكين، والكتل الثلجية الضخمة المتساقطة من الفضاء، المحيطات الأوَّلية.

الحياة الأوليّة

قبل حوالي 3500 مليون سنة، تطوّرت أشكال بسيطة للحياة من مخْض حساء كيميائي في المحيطات الأولية للأرض. وقد قامت هذه الأشكال بتركيب غذائها، مثل النباتات الخضراء الحديثة، مستخدمة الماء وثاني أكسيد الكربون والطاقة من ضوء الشمس، ومحرِّرة الأكسجين إلى الغلاف الجوي الأوّلي.

وعلى مدى ملايين السنين، استمرت هذه الكائنات الحيَّة الصغيرة جدا بصنع الأكسجين من ثاني أكسيد الكربون المحيط بالأرض. وقد أدّى ذلك إلى تشكل حاجز، منع معظم أشعة الشمس فوق البنفسجية الضارة من الوصول إلى الأرض. وفي نهاية الأمر، أصبحت الظروف موّاتية لكي تبدأ أشكال الحياة المعقدة بعمليّة تطوّرها. ولمعرفة المزيد عن الحياة على الأرض، أنظر الصفحتين 186-187.

تشكّل هذا الحشد النجمي قبل بلايين السنين من تشكل الأرض والشمس. وقد درس العلماء هذه النجوم القديمة في محاولة للتعرف إلى المزيد عن قصة بداية الكون.

تاريخ قديم

من الصعب جداً على المرء تخيُّل المدة الزمنية التي استغرقتها الأرض للوصول إلى شكلها الحالي نظراً لطولها الكبير جداً. ولأخذ فكرة عن مدى قدِم الأرض، حاول أن تتصوَّر أن مجمل تاريخها قد حصل في ساعة واحدة. بالنسبة إلى هذا المقياس، تعادل كلّ دقيقة تقريباً حوالي 76.7 مليون سنة. وبسبب هذا التاريخ الأرضي الضارب في عمق الزمن، توجَّب على العلماء قياس تطوّرها ضمن عصور تمتدّ إلى ملايين وبلايين السنين. وقد استخدموا لذلك مصطلحات مثل **الزمن السحيق** أو **الزمن الجيولوجي** للإشارة إلى مثل هذا السُلّم الزمني الكبير.

مناخ متغيِّر

منذ أن بدأت الأرض بالتشكّل، ومناخها يتغيَّر باستمرار. ففي أزمنة معينة على سبيل المثال، كانت أشد دفئاً بكثير عما هي عليه الآن. وفي أزمنة أخرى، غطت الثلوج مساحات شاسعة منها.

تتشكّل المجلدة نتيجة تراكم الثلج لسنين طويلة وتحوّله إلى كتلة جليدية. وهي تنحدر ببطء إلى أسفل الوادي، بسبب وزنها الكبير جداً.

العصور الجليدية هي فترات زمنية دامت آلاف السنين، عندما غطت طبقات متحركة ضخمة من الجليد، تدعى **المجالد**، معظم الكرة الأرضية. ويرى الكثير من العلماء أن تلك العصور الجليدية السابقة كانت نتيجة للتغيُّر الذي لحق بشكل مدار الأرض حول الشمس، الأمر الذي سبَّب انخفاضاً في مقدار ضوء الشمس الساقط على الأرض، وأدى بالتالي إلى برودة المناخ وبدء العصر الجليدي.

رسم يبيّن تغير مدار الأرض

خلال العصر الجليدي، كانت المجالد تتحرك ببطء فوق سطح الأرض. وقد ساعد هذا الأمر في الماضي في صياغة تضاريس مناطق كثيرة من العالم، من خلال نحت المجالد للصخر وتشكيلها أودية عميقة أثناء تحرّكها. ويعتقد أن معظم الجليد الموجود في القطبين الشمالي والجنوبي قد تشكل خلال العصر الجليدي الأخير.

شكل اليابسة

بعد تشكل الأرض بقليل، بدأت الكتل البريَّة الأولى بالظهور. وكانت هذه الكتل تتحرك باستمرار، فتلتصق ببعضها وتنشطر مرات عديدة. وقبل حوالي 250 مليون سنة، كانت هناك كتلة بريَّة عملاقة واحدة تدعى **بانجيا**. وقد بدأت هذه الكتلة بالانشطار قبلِ حوالي 225 مليون سنة، حين بدأت القارات الحالية تشكلها البطيء.

نشوء القارات الحالية

بانجيا

أدى تمدّد قاع البحر (المنطقة الزهرية) إلى تكسّر اليابسة وابتعاد قطعها عن بعضها البعض.

دراسة الماضي

إن معظم المعلومات التي حصل عليها العلماء حول ماضي الأرض إنما جاءت من الصخور. وقد ترتّبت الصخور في طبقات عبر ما يزيد على آلاف وملايين السنين. وبدراسة هذه الطبقات، تمكن العلماء، المعروفون باسم **علماء الجيولوجيا**، من معرفة الظروف التي كانت سائدة عند تشكل كلّ نوع صخري.

تحتوي الصخور المتشكّلة في مناخات دافئة على أحافير أكثر من تلك المتشكلة في مناخات باردة.

تُظهر الصخور التي كانت موجودة على سطح الأرض خلال العصور الجليدية علامات على البلى الذي أصابها بفعل المجالد.

ارتباطات الانترنت

- معلومات مذهلة عن تاريخ الأرض القديم.
www.worldbook.com/fun/ssystem/earth/html/everchanging.htm
- انظر إلى كاميرات الشبكة من مواقع مختلفة (كالبراكين مثلاً)، واشترك في ألعاب أرضية أو ابعث سؤالا إلى عالِم أرضي.
www.discovery.com/exp/earthjourneys/earthjourneys/html
- قم بزيارة هذا الموقع لمعرفة المزيد عن الأحافير والانقراض وتغيّر المناخ وأمور كثيرة أخرى.
www.wf.carleton.ca/Museum/lobby.html
- أخبار ووقائع عن المجالد، تتضمن قصة حياة مجلدة.
nsidc.org/glaciers

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

بنية الأرض

يتكوّن الالماس داخل قشرة الأرض بفعل الحرارة والضغط الهائلين.

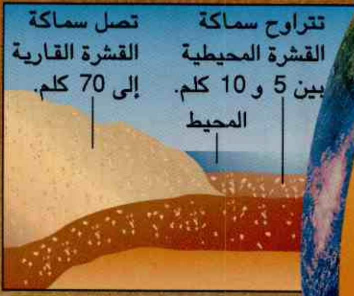
للكرة الأرضية سطح صلب، غير أنها ليست كلها صلبة تماماً. فهي تتألف، في الداخل، من طبقات يكون بعضها منصهراً بصورة جزئية. وهذا يعني أنها مكوّنة جزئياً من سائل حار. ووسط الكرة الأرضية هو عبارة عن كرة حارّة جداً من الحديد والنيكل. وجميع هذه الطبقات مشدود معاً بواسطة قوة جاذبية هائلة مصدرها المركز.

طبقات الأرض

تسمّى الطبقة الرقيقة من الصخور الصلبة التي تغطي الأرض القشرة. وتتفاوت ثخانة القشرة من 5 كلم إلى 70 كلم. وهناك نوعان مختلفان للقشرة: القاريّة والمحيطيّة.

رسم مقطوع يظهر طبقات الأرض

مخطَّط يبيِّن القشرة المحيطية والقاريّة.



تشكّل القشرة القارية اليابسة، أما القشرة المحيطية الأقل ثخانة فتولّف قيعان المحيطات. تتألف القشرة القارية من صخور خفيفة كالغرانيت والحجر الرملي والحجر الجيري، في حين تتألف القشرة المحيطية من صخور أثقل كالبازلت والدولريت.

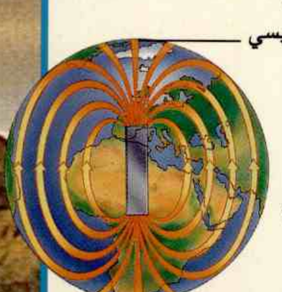
يوجد تحت القشرة الأرضية طبقة تسمى الوشاح، تبلغ سماكتها حوالي 3 000 كيلومتر.

يوجد داخل الوشاح طبقة رقيقة تدعى نطاق الانسياب. وهذا النطاق مؤلف بمعظمه من صخور صلبة ومقدار صغير من الصخور المنصهرة، تسمّى الصُهارة. وهذا ما يجعل الطبقة بكاملها ضعيفة. يتحرّك الوشاح العلوي والقشرة، اللذان يسميان معاً الغلاف الحجري أو الصخري، فوق هذه الطبقة الواهنة.

ينقسم لبُّ الأرض إلى قسمين. اللبُّ الخارجي، الذي تبلغ سماكته حوالي 2200 كلم، ويكون منصهراً. واللبُّ الداخلي، الذي تصل سماكته إلى 1250 كلم تقريباً، ويكون صلباً. وهذا الأخير حار جداً (حوالي 5000°م) ويبلغ حجمه حجم القمر تقريباً.

تحقّق بنفسك

يُعتقد أن حركة اللبّ الخارجي السائل تولّد الحقل المغنطيسي للأرض. يولد هذا الحقل قطبين، هما الشمال المغنطيسي والجنوب المغنطيسي. بإمكانك ملاحظة تأثيراتهما باستخدام بوصلة عادية. فكيفما حملت البوصلة، ستشير إبرتها دوماً إلى الشمال المغنطيسي.



يشبه الحقل المغنطيسي للأرض تماماً الحقل المغنطيسي لقضيب مغنطيسي عملاق.

الألواح

ينقسم الغلاف الحجري إلى كتل صخرية كبيرة تسمّى الألواح، تتحرك بصورة دائمة. وهناك حوالي سبعة ألواح رئيسية بالإضافة إلى ألواح كثيرة أصغر. يتألف كلّ لوح من غلاف صخري قارّي أو محيطي، أو من كليهما معاً. وتسمّى المناطق التي تتلاقى عندها حواف الألواح حدود الألواح.

جميع الألواح الأرضية تتوافق معاً في أماكنها مثل قطع أحجية الصورة المقطعة.

تتحرك الألواح ببطء شديد جداً فوق نطاق الانسياب، بحدود ثلاثة سنتيمترات بالسنة تقريباً. وهي قد تتحرك بعضها باتجاه بعض، أو بعيداً عن بعضها، أو تنزاح جانبياً.

وبما أن الألواح تتزاوج معاً، فإن حركة أيّ لوح تؤثر على الألواح الأخرى المحيطة به. ويطلق على الدراسة التي تعنى بحركة الألواح والتأثيرات الناتجة عنها اسم تكتونية الألواح.

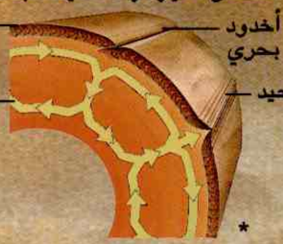
معالم جديدة

تؤدي الحركة المستمرة للألواح إلى تشكيل معالم جديدة لسطح الكرة الأرضية.

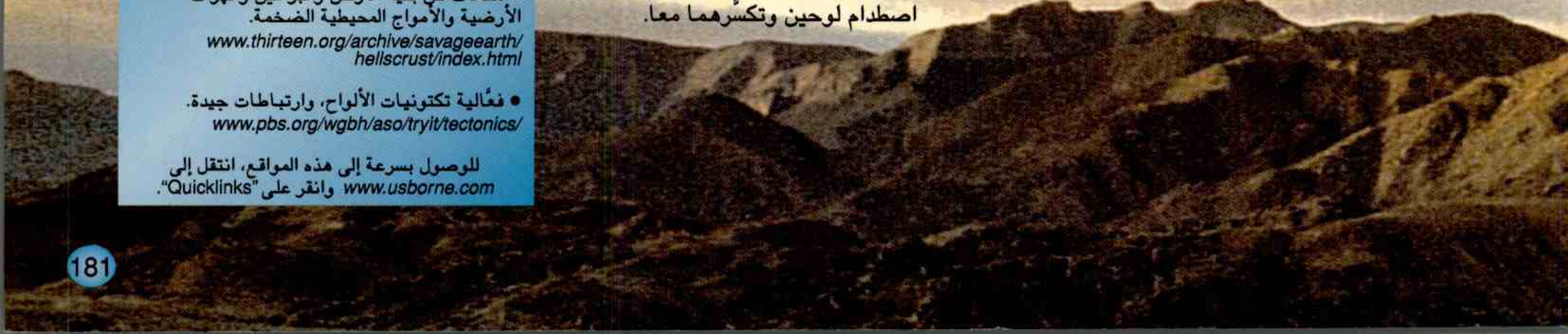
فعلى سبيل المثال، يؤدي ابتعاد الألواح عن بعضها تحت المحيط إلى تدفق الصهارة على طول الحد الفاصل بينها. وعندما تتبرّد هذه الصهارة وتتصلب فإنها تشكل سلسلة جبلية، أو حَيْداً، ذا قشرة جديدة. ومع تواصل الحركة وتدفق المزيد من الصهارة على طول المركز، يتمدّد الحيد إلى الجانبين متحولاً إلى حيد انتشاري. تسمى الحدود في المكان الذي تتشكل فيه قشرة جديدة الحدود الابتنائية.

يظهر الحد الانهدامي أو نطاق الاندساس في المنطقة التي يتحرك فيها لوحان محيطي وقاري معاً، حيث يندس اللوح المحيطي الأثقل تحت اللوح القاري الأخف، مشكلَيْن أخدوداً بحرياً في مكان تلاقيهما. وينصهر جزء من اللوح عند غطسه متحولاً إلى صهارة جديدة.

تشكُّل الحيود والأخاديد البحرية



أما إذا حصل تدافع بين لوحين عند الحواف القارية فوق الأرض، فإن القشرة تتجعّد وتنثني نحو الأعلى مشكلة سلاسل جبلية عالية تدعى الجبال الانطوائية. وتكون قشرة الأرض أكثر سماكة في هذه المناطق.



تشكّلت هذه السلسلة الجبلية نتيجة اصطدام لوحين وتكسُّرهما معاً.

أنواع الصخور

تزداد كمية الصخر الذي يؤلّف سطح الأرض على نحو مستمر. وهناك ثلاثة أنواع رئيسية من الصخور: النارية والرسوبية والمتحوِّلة.

تتشكّل الصخور النارية عندما تبرد الصخور المنصهرة وتصبح صلبة. أما الصخور الرسوبية فتتشكل عندما تتوضّع رسوبات، كالجُسَيْمات الصخرية، بواسطة عوامل مثل الماء أو الطقس، وتطمر وتحشر في بنيات نضدية تدعى الطبقات. وتتشكل الصخور المتحولة عندما يتعرَّض أي نوع صخري للتبدّل والتغيّر بسبب الحرارة أو الضغط الشديدين.

الغرانيت نوع من الصخر الناري.

الحجر الجيري نوع من الصخر الرسوبي.

الرخام نوع من الصخر المتحوّل.

ارتباطات الانترنت

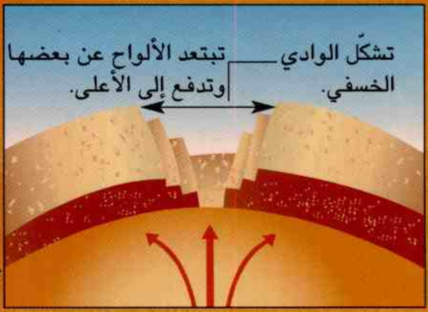
- موقع مساعد يستكشف أنواعاً كثيرة مختلفة من علوم الأرض. www.geocities.com/Athens/Parthenon/8991/
- مدخل جيد لثلاثة أنواع صخرية رئيسية. انقر على "Stones at Home" عند أسفل الصفحة للحصول على الفعاليات والتجارب. www.bbc.co.uk/education/rocks/primer.shtml
- مقالات عن بنية الأرض والبراكين والهزات الأرضية والأمواج المحيطية الضخمة. www.thirteen.org/archive/savageearth/hellscrust/index.html
- فعّالية تكتونيات الألواح، وارتباطات جيدة. www.pbs.org/wgbh/aso/tryit/tectonics/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الصُدوع

عندما تتحرّك الألواح، يسبِّب الانفعال النّاتج عن حركتها أحياناً تصدّع الصخور القَصِفة وتشدّخها. وغالباً ما تصبح هذه الشدوخ، المعروفة **بالصُدوع**، مناطق ضعيفة قد يحدث فيها المزيد من الحركات أو التصدّعات الأخرى. وعلى سبيل المثال، قد تتشكل **الوديان الخَسْفيّة** عندما تُجبَر اليابسة المتصدّعة على التحرّك باتجاهات متعاكسة. كذلك فإن جميع حدود الألواح هي صدوع رئيسية بدأت فعلاً كصدوع ثانوية صغيرة.

تشكّل الوادي الخسفي



يندفع الصخر من الأسفل باتجاه الأعلى ويتمزق عند الصدوع

الزلازل

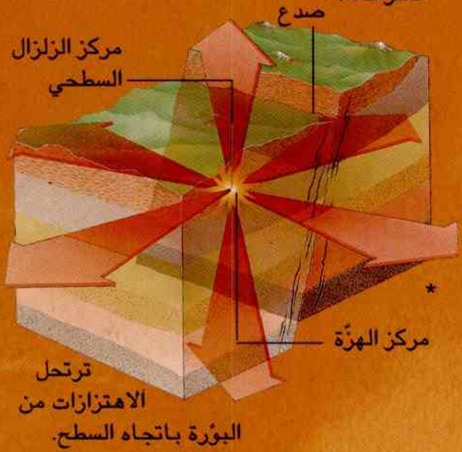
تسبِّب الحركة المستمرة للألواح ضغطاً متعاظماً عند الصدوع وعند حدود الألواح نفسها. ويتحرّر هذا الضغط سريعاً عند حصول انزلاق مفاجيء للصخر، ما يسبِّب حدوث **هزة أرضية أو زلزال**. تكون معظم الزلازل ضعيفة لدرجة لا يشعر بها الناس، إلا أن بعضها يسبِّب أضراراً كبيرة عندما تهتز الأرض وتنهار الأبنية.

تحدث الزلازل غالباً على صدع سان اندرياس، على الساحل الغربي الأميركي. ويعود ذلك إلى انزلاق كلا اللوحين الموجودين على جانبي الفالق بنفس الاتجاه ولكن بسرعتين مختلفتين.

مركز الزلزال

يطلق على النقطة التي تتحرّر منها الطاقة بصورة فجائية ويبدأ الزلزال اسم **المركز أو البؤرة**. وتكون عادة على عمق 5 –15 كلم من سطح الأرض. أما النقطة على سطح الأرض والتي تقع فوق البؤرة مباشرة فتسمّى **المركز السطحي للزلزال**. تنتشر الاهتزازات، التي تسمى **الموجات الزلزالية**، من البؤرة في كافة الاتجاهات.

تنشأ الهزة الأرضية نتيجة انهيار الصخر عند صدع ما، ما يحرّر كميات ضخمة من الطاقة المتراكمة.



التنبؤ بالزلازل

يستعين علماء الزلازل الذين يهتمون بدراسة الهزات الأرضية بحركة الألواح للتنبؤ بموعد حدوث هذه الهزات. فالحركة الأفقية على طول الألواح يمكن قياسها بواسطة ارتداد حزمة ليزرية على سلسلة من العواكس الموجودة على الأرض. ويسجل الحاسوب المدة التي تتطلبها هذه الحزمة للتنقل بينها. فإذا ما طرأ تغيّر على طول هذه المدّة، فهذا يعني أن حركة داخل الأرض قد حدثت. ومن الممكن أيضاً الاستعانة بسلوك الحيوانات للتنبؤ بحدوث الزلازل.

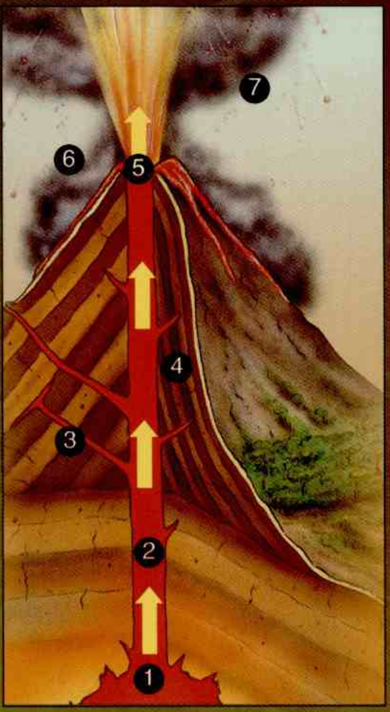
قامت الأفاعي من سباتها بصورة مبكّرة قبل حدوث الزلزال في الصين عام 1975. ويبدو أن سبب ذلك كان انزعاجها من الاهتزازات الخفيفة جداً في الأرض.

البراكين

ترتفع في بعض الأحيان الصُهارة الموجودة داخل الوشاح الصلب وتتجمع في أمكنة معينة. وتتشكل البراكين عندما تصعد هذه الصُهارة إلى سطح الأرض وتنبثق إلى الخارج. وعند هذه المرحلة، يُطلق على الصُهارة اسم **الحمَم أو اللابة**، ويسمّى الأثر الانفجاري لها **الثَوران**. تتشكل معظم البراكين على طول حدود الألواح أو تحت البحر.

في داخل بركان متفجِّر

يسمّى البركان الظاهر أدناه **البركان الطبقاتي أو المركَب**. ويتألف من طبقات متناوبة من اللابة والرماد تراكمت خلال فترات زمنية طويلة مشكلة مخروطاً منحدر الجوانب.



1. **حجرة الصهارة**–المكان الذي تتجمع فيه الصهارة تحت قشرة الأرض
2. **القصبة**– الأنبوب الرئيسي الصاعد من وسط البركان
3. **الجُدّة القاطعة**– قناة مملوءة بالصهارة تصل القصبة بالسطح
4. طبقات من الرماد واللابة
5. **الفوْهة**– فتحة في قمة البركان
6. غبار ورماد وغازات.
7. **القنابل البركانية**– كتل من الحمم البركانية.

تشكّل البراكين

تتشكل السلاسل البركانية في الأمكنة التي تتحرك فيها الألواح بعيداً عن بعضها، ويخاصة عند الحيود الانتشارية*.

تتشكل الحيود الانتشارية عندما تبتعد الألواح عن بعضها البعض.

وقد تنشأ البراكين أيضاً فوق نُطق الاندساس*، حيث يقحم أحد الألواح تحت لوح آخر.

عند نُطُق الاندساس، يندسّ أحد الألواح تحت لوح آخر، ويبدأ بالانصهار.

وهناك بعض البراكين التي تتشكل في وسط الألواح، عند رُقَع ساخنة من سطح الأرض تدعى **البُقَعَ الحارَّة**. ويرى العلماء أن هذه البقع تتشكل بصورة خاصة عندما تنبثق تيارات حارة من الصهارة، تسمّى **الأعمدة**، مخترقةً القشرة ومندفعة بعنف خارج السطح.

خامد أم ناشط؟

تُعرف البراكين التي تثور بانتظام **بالبراكين النشطة**. أما البراكين التي يعتقد أنها لن تثور مجدداً على الإطلاق، فتعرف **بالبراكين الخامدة**. ويظنّ بعض الناس أحياناً أن بركاناً ما قد أصبح خامداً، إلاّ أنه في الواقع يكون خاملاً فقط أو **هامداً**.

البراكين الفائقة

تنشأ **البراكين الفائقة** من فوّهات ضخمة منهارة، تدعى **كالديرات**، توجد تحتها حجرة كبيرة مملوءة بالصهارة. ولا يوجد إلا عدد قليل من البراكين الفائقة، ورغم ذلك فهي تملك قوة تدميرية كبيرة جداً بحيث أن ثوراناً واحداً فقط يمكن أن يغيِّر كل أشكال الحياة على الأرض. ويعود سبب ذلك إلى تراكم ضغط هائل في حجرة الصهارة عبر آلاف السنين، يتحرّر بعدها في انفجار مدمر عنيف.

ويعتقد العلماء أن آخر ثوران لبركان فائق كان في جزيرة سومطرة، قبل حوالي 74 000 سنة. ويعتقد أن هذا الثوران نفث كمية من الرماد كانت كافية لحجب أشعة الشمس لمدة ستة أشهرٍ تقريباً، ما سبّب انخفاضاً كبيرا في درجة حرارة الأرض وتغيّرات بيئية عمّت العالم بأسره وأدت إلى قتل أعدادٍ هائلة من الكائنات الحية.

هنا، نوافير من اللاَّبة المنقذفة من بركان ثائر. قد تصل هذه الحمم إلى علو 600م في الهواء.

تحقّق بنفسك

يمكنك القيام باختبار بسيط يبيِّن كيفية انتشار الموجات الزلزاليةِ من مركز الزلزال. ضع مقداراً قليلاً من الرمل أو البرغل على سطح منضدة، ثم انقر المنضدة بلطف بواسطة مطرقة. تمثل نقطة النقر البؤرة، أما الموجات التي ترتحل منها باتجاه السطح فستجعل حبات الرمل تقفز. كرّر طرق المنضدة من مسافة أبعد عن الرمل، وانظر ماذا يحصل. سترى أن الموجات تفقد قوّتها كلما انتقلت مسافة أبعد عن البؤرة.

ارتباطات الانترنت

- شاهد فيلماً عن تكتونية الألواح www.brainpop.com/science/earth/platetectonics/index.weml
- كثير من المعلومات والصور والفعاليات المذهلة عن الزلازل. tlc.discovery.com/tlcpages/greatquakes/greatquakes.html
- قم بزيارة"Volcano World" للحصول على صور ومعلومات لعشرات البراكين. volcano.und.nodak.edu/vw.html
- معلومات عن البراكين وتكتونيات الألواح، بالإضافة إلى بنك للمعلومات عن البراكين. library.thinkquest.org/17457/english.html
- مقدمة جيدة عن الهزات الأرضية. pubs.usgs.gov/gip/earthq1/
- كتاب مدرسي مفيد على الشبكة عن تكتونية الألواح. pubs.usgs.gov/publications/text/understanding.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*حيد انتشاري، نطاق اندساسي، 181.

الغلاف الجوي

يحيط بالأرض دِثارٌ مؤلف من غازات مختلفة يدعى **الجو** أو **الغلاف الجوي**. ويسمح وجود هذا الغلاف باستمرار الحياة على الأرض، طالما أنه يحوي غاز الأكسجين وغازات أخرى ضرورية لبقاء الكائنات الحية. يعمل الغلاف الجوّي أيضاً كدرع واق من الأشعة فوق البنفسجية المؤذية الصادرة عن الشمس.

يحمي الغلاف الجوي كوكبنا من أشعة الشمس القوية.

التشكّل الأوّلي

عندما تشكّلت الأرض، كان يحيط بها غازان هما الهيدروجين والهليوم. لكن حرارة الشمس القوية جعلت هذين الغازين الخفيفين يفلتان إلى الفضاء فيما بعد.

أما الغلاف الجوي الذي تمكّن من البقاء في مكانه بفعل الجاذبية الأرضية فقد تشكل أخيراً من غازات كالميتان والأمونيا وبخار الماء. وقد صدرت هذه الغازات عن البراكين الموجودة على سطح الأرض بفعل عملية تعرف **بالتفريغ الإضافي** أو **تفريغ الغازات**. ومع مرور بلايين السنين، تفاعلت هذه الغازات لتشكل غلافاً من النتروجين وثاني أكسيد الكربون.

كان الغلاف الجوي في البداية ساماً وضاراً للكائنات الحية. وقد تطلب الأمر ملايين السنين ليصبح على ما هو عليه الآن.

لم يبدأ الغلاف الجوي المعروف حالياً بالتشكل إلاّ حين ظهرت متعضّيات تشبه النباتات في المحيطات الأرضية، وذلك قبل حوالي 3500 مليون سنة. وقد استعانت هذه الكائنات الحيّة البسيطة جداً بضوء الشمس لصنع غذائها من الماء وثاني أكسيد الكربون، محرّرة الأكسجين كناتج ثانوي. استمرت هذه العملية ملايين السنين، حتى أصبحت كمية الأكسجين في الغلاف الجوي كافية لدعم أشكال أخرى من الحياة على سطح الأرض.

هذه الجراثيم الزرقاء الوحيدة الخلية كانت من بين أولى الكائنات الحية على الأرض.

غلافنا الجوي

الغلاف الجوي هو خليط من الغازات– أربعة أخماسه تقريباً نتروجين وخمسه أكسجين، مع مقادير ضئيلة من غازات أخرى. ويوجد الماء أيضاً في الغلاف الجوي على شكل بخار ماء، وقطيرات في السحب، وبلورات ثلجية أيضاً.

تتشكّل نُدَف الثلج من البلورات الثلجية.

النسبة المئوية للغازات في الغلاف الجوي

نتروجين	%78
أكسجين	%21
أرغون	%0.9
ثاني أكسيد الكربون	%0.03
غازات أخرى (مثل الزينون، والنيون، والكريبتون)	%0.07

طبقات الغلاف الجوّي

تبلغ سماكة الغلاف الجوي حوالي 500 كلم تقريباً، وهو مؤلف من طبقات عديدة تمتد من الأرض لتتلاشى في النهاية في الفضاء. وتحدث كل أشكال الطقس في الطبقة الأقرب من سطح الأرض. أما معظم الطبقات العليا من الغلاف الجوي فهو مكون من مزيج رقيق من الغازات الساكنة المستقرة.

طبقات الغلاف الجوي، وتظهر عدد الكيلومترات عن الأرض.

الغلاف الخارجي (فوق 500 كلم)

يندمج الغلاف الجوي في الفضاء. وهذه الطبقة لا تحوي تقريباً أي غازات.

الغلاف الحراري (حتى 500 كلم)

تكون درجة الحرارة في هذه الطبقة مرتفعة جداً، بسبب غاز يدعى الأكسجين الذري. ويساعد هذا الغاز في امتصاص بعض الإشعاعات الصادرة عن الشمس.

يدور مكّوك الفضاء في الغلاف الحراري.

الغلاف الأوسط (حتى 80 كلم)

لا تحوي هذه الطبقة غاز الأوزون ولا سُحُباً أيضاً، لذلك تكون درجة حرارتها منخفضة.

تحترق الشهب هنا.

الغلاف الطبقي (حتى 50 كلم)

تحتوي هذه الطبقة على 19% من كل غازات الغلاف الجوي. وتكون درجة حرارتها أعلى، بسبب احتوائها على طبقة الأوزون (انظر إلى اليسار).

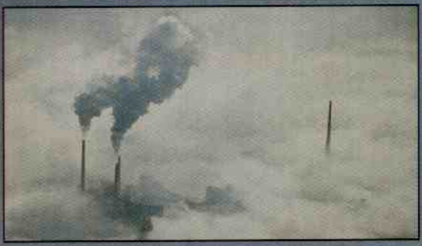
تطير الطائرات النفاثة في الغلاف الطبقي.

الغلاف السفلي (حتى 10 كلم)

تحتوي هذه الطبقة على 80% من مجموع الغازات في الغلاف الجوي، بالإضافة إلى كل أشكال الطقس. تنخفض درجة حرارة هذه الطبقة مع الارتفاع.

الغلاف الجوّي المتغيِّر

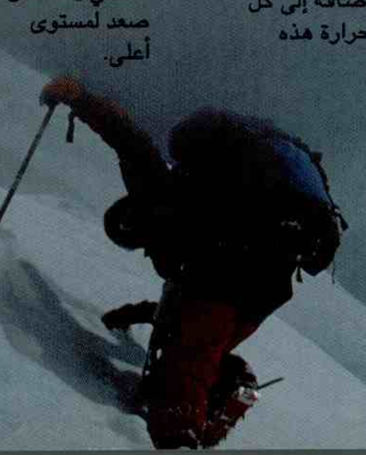
لقد سبَّب حرق الوقود والغابات تحرير كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي. ولم تعد المساحة النباتية الخضراء الآخذة في التقلص قادرة على تحويل هذه الكميات الكبيرة من غاز الكربون إلى أكسجين، ما أدى إلى تراكم هذا الغاز محتجزاً حرارة الشمس حول الأرض. وقد سبَّب **مفعول الدفيئة** هذا على الأرجح ظاهرة **الاحترار العالمي**، وهو ارتفاع متوقع لدرجات حرارة الأرض.



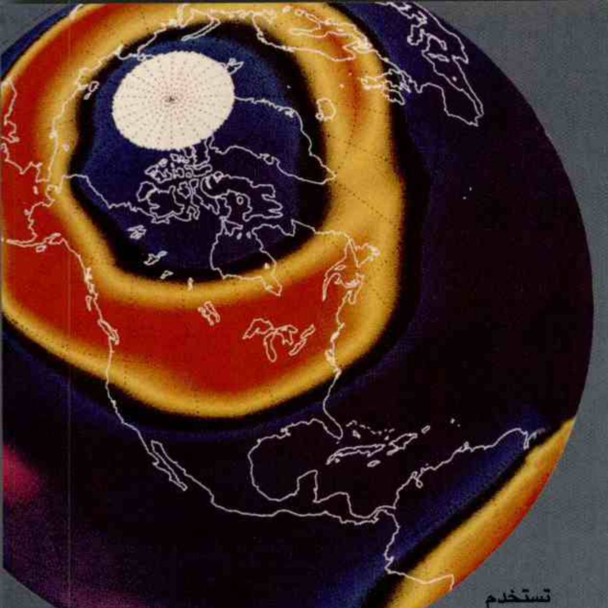
يزيد الدخان المتصاعد من حرق الوقود كميات غاز الكربون في الجو.

تحتجز أشعة الشمس، التي تمتصها الأرض ثم تطلقها ثانية، بفعل غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يرسلها ثانية إلى الأرض.

ومؤخراً، بدأ الناس باتخاذ تدابير تحدّ من إطلاق الغازات المسبِّبة لظاهرة الاحترار العالمي. والطريقة الفضلى التي يمكن أن يتم بها ذلك هي استخدام مصادر بديلة للطاقة، كالرياح والطاقة الشمسية.



على هذا المتسلق أن يتزود بمؤونته من الأكسجين، لأن الأكسجين الموجود في هواء الغلاف السفلي يتناقص كلما صعد لمستوى أعلى.



تستخدم صور الأقمار الاصطناعية كهذه الصورة لمراقبة طبقة الأوزون. تبين المناطق البرتقالية المستويات الأعلى للأوزون.

طبقة الأوزون

توجد داخل الغلاف الجوي طبقة من غاز الأوزون. وهو غاز يمتص معظم الأشعة فوق البنفسجية المؤذية الصادرة عن الشمس، حائلاً بذلك دون وصولها إلى الأرض.

وقد أصيبت طبقة الأوزون أخيراً بضرر بالغ بفعل غازات من صنع الإنسان تدعى **الكلوروفلوروكربونات** (CFC). فهذه الغازات التي تتحرر من بعض الثلاجات والحلالات الهوائية، تتفاعل مع ضوء الشمس في الغلاف الطبقي (الستراتوسفير). وتفكك نواتج هذا التفاعل الأوزون، الذي كلما أصبحت طبقته أقل ثخانة، زادت كمية الأشعة فوق البنفسجية التي تصل إلى الأرض.

ارتباطات الانترنت

- مدخل جيد للغلاف الجوي. *www.kapili.com/terrarum/sky/index.html*
- مصادر الاحترار العالمي، من ARM (مشروع رصد الإشعاع الجوي). *www.arm.gov/docs/education/warming.html* *www.arm.gov/docs/education/ask.html*
- انقر على "The Atmosphere" لنظرة ممتعة لطبقات الغلاف الجوي. *www.pbs.org/wgbh/nova/balloon/science/*
- موقع الوب الرسمي لأجهزة TOMS، التي ترقب الغلاف الجوي وطبقة الأوزون من الفضاء. *jwocky.gsfc.nasa.gov/index.html*
- انقر على "air" لمزيد من الوقائع والألغاز. *www.bbc.co.uk/sia/home.html*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

الحياة على الأرض

الأرض هي الكوكب الوحيد الذي يُعرف بوجود حياة عليه. وللبقاء على قيد الحياة، تحتاج الكائنات الحية إلى مقادير مناسبة من الضوء والحرارة من الشمس، إضافة إلى الغذاء والماء والأكسجين. وقد استغرق الأمر عدة ملايين من السنين لكي تصبح الظروف على الأرض مناسبة لوجود هذا التنوّع الواسع من النباتات والحيوانات التي نجدها اليوم.

نظرة إلى الماضي

يقيسُ العلماء ماضي الأرض القديم في **زمن جيولوجي (سحيق)**. يقسم هذا الزمن إلى أربعة **أحقاب** رئيسية، تقسم بدورها إلى أدوار من عدة ملايين من السنين.

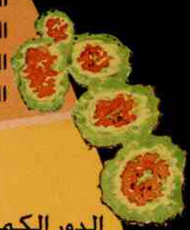
وتوحي الشواهد المأخوذة من التكوينات الصخرية بحدوث خمسة **انقراضات جماعية** في تاريخ الأرض. وخلال كلِّ انقراض، تختفي أعداد هائلة من الكائنات الحية في زمن قصير جداً، باستثناء المتعضِّيات التي تستطيع التكيّف جيداً مع الشروط المستجدة على الأرض فتنجو وتتكاثر.

الحياة القديمة

قبل حوالي 500 3 مليون سنة، ظهرت على الأرض أولى المتعضِّيات الوحيدة الخلية، وذلك خلال **حقب ما قبل الكمبري**. وترقى الأحافير الأقدم المعروفة إلى هذا الزمن. فيما بعد، وقبل حوالي 545 مليون سنة مضت، بدأت أعداد المتعضِّيات الكثيرة الخلايا تزداد بصورة سريعة. وكان هذا بداية **الحقب الباليوزوي** أو **حقب الحياة القديمة**.

عاشت هذه المخلوقات الشبيهة بالديدان، والمعروفة بالعَسْلوجيات، فوق قاع المحيط في نهاية الحقب ما قبل الكمبري.

تأتي بعض الشواهد الأقدم للحياة من أحافير تعرف **بالستروماتوليت**. وهي تحوي بقايا من البكتيريا الزرقاء، ويبلغ عمر بعضها حوالي 3500 مليون سنة.

4 600 – 545 م س م

أولى المتعضّيات الوحيدة الخلية، ثم المخلوقات البدائية الكثيرة الخلايا الطرية الجسم

545-495 م س م
الدور الكمبري
المخلوقات الأولى ذات الأغلفة الخارجية الصلبة

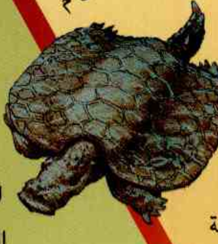
495-445 م س م
الدور الأوردوفيشي
أولى النباتات الأرضية، أولى الأسماك

445-415 م س م
الدور السيلّوري
أولى الحيوانات الأرضية الصغيرة

415-355 م س م
الدور الديفوني
البرمائيّات الأولى

355-290 م س م

الدور الكربوني
الحشرات الكبيرة، الزواحف الأولى، الغابات الأولى

290-250 م س م

الدور البرمي
أولى الزواحف السابحة

250-205 م س م
الدور الترياسي
الدينوصورات الأولى، الأسماك العظميّة

205-140 م س م
الدور الجوراسي

الدينوصورات الكبيرة، أولى الثدييّات والطيور

يظهر هذا الخط الزمني كلَّ أدوار تاريخ الأرض، والأشكال الحيّة التي كانت موجودة خلال كلّ دور. تشير الرموز «م س م» إلى مليون سنة مضت، علماً أن الأرقام المعطاة تقريبية.

- **الحقب ما قبل الكمبري** (فجر الحياة)
- **الحقب الباليوزوي** (الحياة القديمة)
- **الحقب الميزوزوي** (الحياة الوسطى)
- **الحقب السينوزوي** (الحياة الحديثة)
- انقراض جماعي أو حيواني.

تطوُّر الحياة

توحي السجلات الأحفورية، العائدة لأحد أقسام الحقب الباليوزوي المعروف **بالدور الكمبري**، بوجود زيادة ضخمة في عدد المخلوقات المختلفة على الأرض في ذلك الوقت. فقد بدأت مخلوقات بحرية بتطوير أجزاء صلبة لأجسامها. وقد ساهمت هذه الأغلفة الواقية في جعل المخلوقات أصلب وأمتن، ما زاد من فرص بقائها على قيد الحياة لفترة أطول تكفي لتكاثرها.

مخلوقات كثيرة ذات كسوة صلبة، كثلاثيّ الفصوص هذا، ظهرت في البحار خلال الدور الكمبري.

كما أصبح لبعض مفصليّات الأرجل الصغيرة (مخلوقات ذات أجسام متمفصلة)، ككثيرات الأرجل والحشرات، القدرة على التنقل إلى اليابسة. ويعود ذلك إلى أن انخفاض درجة حرارة الأرض ساعد على نموّ أعداد كبيرة من نباتات اليابسة، الأمر الذي مكن من توفير الغذاء لهذه المخلوقات. في تلك الفترة أيضاً ظهرت أولى الفقاريات البدائية.

خلال **الدور الديفوني** (قبل حوالي 415-355 مليون سنة)، أصبح المناخ في كثير من المناطق حارًا وجافا، وهبطت مستويات الماء في الأنهر والبحيرات. وقد استطاعت مجموعة وحيدة من الأسماك أن تتكيَّف مع هذا الوضع عن طريق التنفس داخل الماء وخارجه. كان هذا أول ظهور للبرمائيات.

تؤكد هذه الأحفورة أن النباتات الحاملة للبذور كانت موجودة في الدور الديفوني.

خلال **الدور الكربوني**، قبل حوالي 355 مليون سنة، سيطر مُناخٌ حارٌ ورطب على بقاع كثيرة من العالم. وقد سهَّل هذا نموَّ أعداد ضخمة من النباتات، مشكلاً مستنقعات ضخمة مشبعة بالبخار. وقد أصبحت هذه المستنقعات موطناً لأنواع كثيرة من الحشرات والبرمائيات.

الميغانورا، رعَّاشة ضخمة، لها أجنحة يبلغ طول الواحد منها 60 سم.

عصر الزواحف

خلال **الدور البرمي**، تطوّرت بعض البرمائيّات إلى زواحف أولية. وقد انتشرت هذه الزواحف في كلِّ أرجاء العالم لأن القارّات التي كانت موجودة على الأرض اتحدت مع بعضها في قارة واحدة عملاقة. وفي نفس الوقت، قضت أعداد هائلة من المخلوقات البحرية بسبب اختفاء البحار الضحلة التي كانت تحيط بهذه القارات.

الهيلونوموس كان واحداً من أقدم الزواحف المعروفة.

بدأ **الحقب الميزوزوي** أو **حقب الحياة الوسطى** قبل 250 مليون سنة، وذلك بأعداد متزايدة بسرعة من الزواحف. خلال هذا الحقب، ظهرت الدينوصورات. وقد ظلت هذه الأشكال الحية الفقارية سائدة على الأرض حتى 65 مليون سنة مضت، عندما اختفت بصورة فجائية نتيجة تغيُّر مناخي عظيم على الأرجح.

عصر الثدييات

بعد انقراض الدينوصورات، بدأ العصر الحالي للثدييّات، الذي يسمّى **الحقب السينوزوي** أو **حقب الحياة الحديثة**. ويُعتقد أن هذه الثدييّات استطاعت أن تنجو من تغيّر المُناخ الذي أودى بالدينوصورات بسبب قدرتها على التحكم في درجة حرارة أجسادها، في حين أن الدينوصورات لم تتمكّن على الأرجح من فعل ذلك.

الانقراض الحديث

حدث الانقراض دائماً بصورة طبيعية عبر الزمن. لكن يعتقد أن معدّل الانقراض الحالي كان سيكون أكبر بحوالي 10 000 مرة مما لو لم يتواجد الجنس البشري. أما الانقراضات الحديثة فتنتج بصورة دائمة تقريباً عن التلوّث أو فقدان مواطن الكائنات الحية الطبيعية، وذلك بسبب النموّ البشري والحاجة الدائمة إلى الأرض والطعام والماء.

الكركدّن الأبيض هو واحد من أنواع كثيرة مهدّدة بفقد موطنها أو بالصيد.

ومن المحتمل أن يكون البشر مسؤولين عن حادثة الانقراض العظمى القادمة، إن هم لم يحسنوا استغلال موارد الأرض بصورة مثلى.

140-65 م س م

الدور الطباشيري

النباتات الزهرية

65-1.8 م س م

الدور الثالث

الثدييّات الحديثة، الفقاريات، الطيور

1.8 م س م لغاية الآن

الدور الرابع

ظهور الإنسان

ارتباطات الانترنت

- استكشف تاريخ الأرض، حقباً حقباً أو دوراً دوراً. www.ucmp.berkeley.edu/exhibit/geology.html
- تاريخ دراسة الدينوصورات. dinosaurs.eb.com

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

البحار والمحيطات

المحيط الهادىء هو أكبر المحيطات قاطبةً على وجه الأرض، وهو يغطي حوالي30% من سطح الكوكب.

تغطّي المياه المالحة حوالي 71% من سطح الأرض، وهي تتوزع في خمسة محيطاتٍ ضخمة وعدد من البحار الأصغر. وتعتبر المحيطات مهمة جداً للحياة على الأرض، فهي مَوْطنٌ لأعدادٍ هائلة من الكائنات الحية، وتؤثر أيضاً على حالة الطقس والمُناخ في كلِّ بقاع العالم.

التيّارات المحيطية

تتحرّك مياه المحيطات بصورة مستمرة في أحزمة جارية ضخمة تسمّى **التيارات**. وتنقل هذه التيارات كميات هائلة من المياه حول الأرض. وهناك نوعان رئيسيان من التيّارات المحيطية: السطحية والعميقة. تؤثر **التيارات السطحية** على عمق 350م تقريباً من سطح المحيطات، وهي تدفع بفعل **الرياح السائدة** (أكثر الأنواع شهرة للرياح في المنطقة).

تتألف **التيّارات العميقة** من مياه شديدة البرودة تأتي من القطبين الشمالي والجنوبي. ولأن المياه الباردة ثقيلة، فهي تغوص تحت التيارات السطحية الدافئة التي تصل باستمرار إلى القطبين. تنساب التيّارات العميقة باتجاه خط الاستواء، حيث تسخن وتصعد للأعلى متحولة إلى تيار سطحي. يبدّل هذا التيار اتجاهه لاحقاً، حيث ينحرف عائداً إلى القطبين.

كيف تدور التيّارات

تحقّق بنفسك

يُمكنك من خلال تجربة بسيطة التأكد من أن الماء البارد أثقل من الماء الدافىء. املأ نصف وعاء شفاف كبير بماء ساخن، ثم املأ إبريقاً بماء ثلجي بارد يحتوي على مادة غذائية ملوّنة. صبَّ بلطف الماء البارد في الوعاء، ولاحظ كيف أنه يغوص، تماماً كما يفعل الماء البارد القادم من القطبين.

يغوص الماء البارد إلى قعر الوعاء.

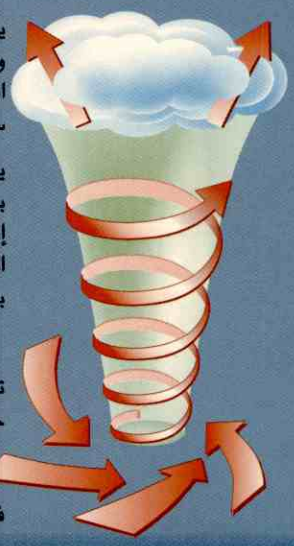
تحدث الأمواج، كتلك المبيّنة هنا، بفعل حركة المدّ والجزر، وهذه الحركة تنشأ أساساً عن جاذبية القمر

التحكّم في المناخ

تقوم المحيطات والبحار بلعب دور مهّم في السيطرة على مناخ العالم. فمياهها تمتصّ الحرارة من الشمس، خصوصاً في المناطق المدارية، وتنشرها حول الأرض بواسطة التيارات السطحية.

يمكن أن تسبب التيارات المحيطية الدافئة **الأعاصير المدارية** (تسمّى **أعاصير** في أميركا و**طيفونات** في الشرق الأقصى). وهي عواصف عنيفة ذات رياح عاتية يمكن أن ترفع الأمواج لعلو 25م.

كيف يتشكّل الإعصار المداري

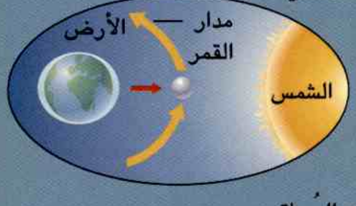


حركة المدّ والجَزْر

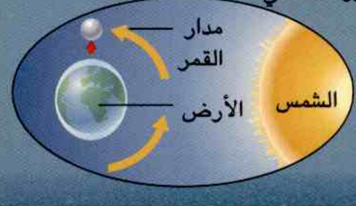
تتحرّك البحار والمحيطات باستمرار بفعل المدّ والجزر. ويعتبر القمر المسؤول الأساسي عن هذه الحركة. فأثناء دورانه حول الأرض، تقوم قوة جاذبيته بنفخ الكتلة المائية الموجودة على أحد وجهي الأرض. وفي فترة 24 ساعة، ينشأ عن هذا الأمر مدّان، عندما تصل مستويات البحار لأعلى مستوياتها، وجذران، عندما تكون هذه المستويات في أدنى ارتفاع لها.

يتأثر المدّ والجزر أيضاً بتراصف الأرض والقمر والشمس في بعض الحالات. فعندما يكون القمر بدراً أو هلالاً، يحدث مدٌّ ذو مدى عال جداً يسمّى **المدّ الربيعي**. أما عندما يكون القمر في التربيع (نصف بدر)، حيث تكون الزاوية بينه وبين الشمس زاوية قائمة، يحدث جزر أدنى يسمّى **الجزر المحاقي**.

المدّ الربيعي



الجزر المُحاقي



الحياة في المحيطات

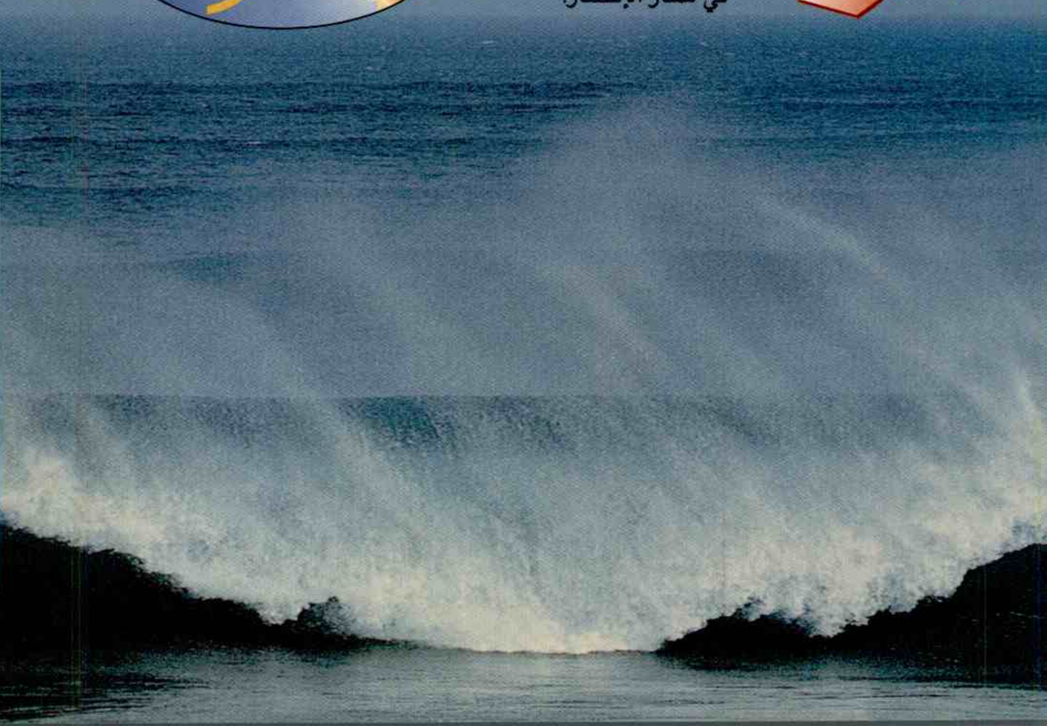
تتضمّن البحار والمحيطات تنوّعاً هائلاً من الحياة النباتية والحيوانية، ابتداء من السطح نزولاً حتى أعمق الأخاديد البحرية. وتطفو قرب سطح الماء بلايين من النباتات المجهرية المعروفة **بالعوالق النباتية**. وهي تعتبر المصدر الأساسي لطعام كثير من المخلوقات التي تعيش وتقتات في مستويات محيطية مختلفة، تدعى **النُطق**.

نُطُق التغذية في المحيطات

ارتباطات الانترنت

- موقع ممتاز للبحار، يحوي أخباراً جديدة وألعاباً ومعلومات وأشياء كثيرة للاستكشاف.
  www.seasky.org/sea.html
- استكشف معرض المحيطات الأرضية التابع لمعهد سميثسونيان.
  seawifs.gsfc.nasa.gov/ocean_planet.html
- الأمواج والطقس والعيش في البحر.
  www.pbs.org/wnet/savageseas/index.html
- موقع جيد لوب عن تيار ألنينيو.
  www.fi.edu/weather/nino/nino.html
- استكشف أعماق المحيطات في غواصة أعماق البحار.
  www.ocean.udel.edu/deepsea/home/home.html
- صفحة من المعلومات القيمة عن العلوم البحرية.
  oceanlink.island.net/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".



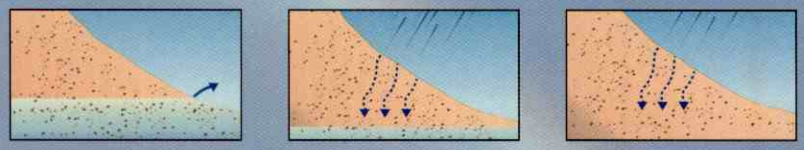
الأنهــار

تتشكل الأنهار عندما تتلاقى جداول مائية صغيرة في مجرى واحد تتدفق مياهه فوق اليابسة، لتصب في النهاية في بحر أو بحيرة. وتصوغ الأنهار شكل سطح اليابسة بحتِّها للصخر الذي تجري فوقه ثم يتوضّع هذا الصخر مع الحصى والرمل والطمي كلما حدث ذلك.

منبع النهر

المنبع هو بداية النهر. وتقع معظم منابع الأنهار في المناطق الجبلية حيث تجري المياه عبر السطح من مواضع مختلفة ثم تصب كلها في مجرى واحد. وقد يبدأ النهر أيضاً كنبع أو سيل من إحدى المجلدات.

كيف تتشكّل الينابيع



إن تساقط الأمطار أو الثلوج على صخر **نفوذ** يسمح لها بالتغلغل عبره.

تتسرّب المياه داخل الصخر، حيث تبدأ بالتراكم اعتباراً من أدنى مستوى نفوذ.

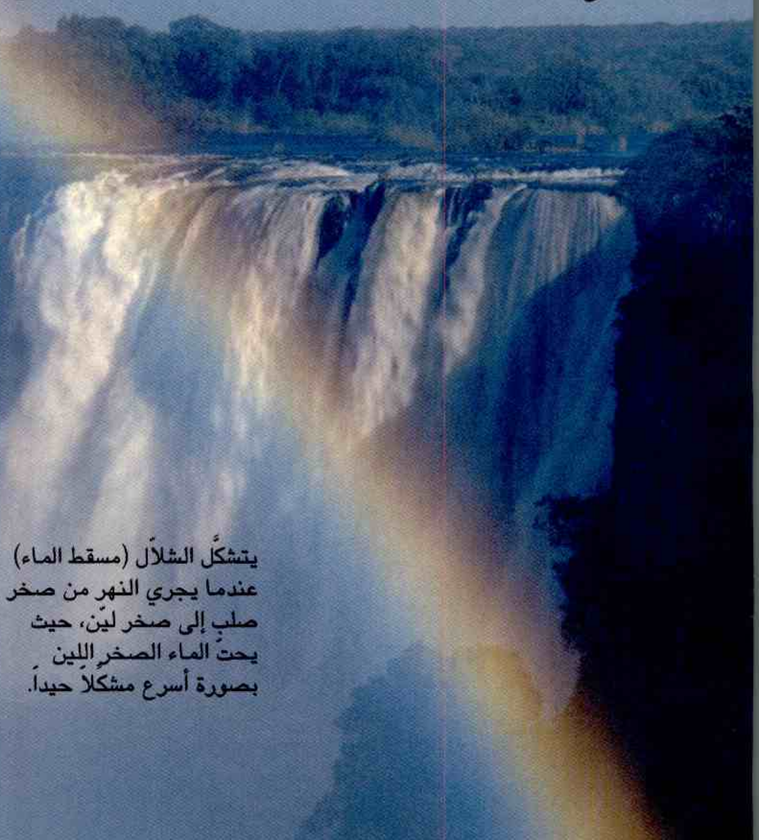
تبدأ الينابيع بالتفجر في المكان الذي يلتقي فيه الصخر المشبع بالماء مع السطح.

أطوار النهر

يمكن تقسيم مجرى النهر إلى ثلاثة أطوار. في طوره **الأعلى**، يأخذ الوادي النهري شكل الحرف V وتكون جوانبه شديدة الانحدار. يتشكل هذا الوادي من جرَّاء تآكل الصخر بفعل المياه المضطربة. ويكون انحدار أو تدرّج القاع الصخري للنهر شديداً في هذا الطور.

في الطور **الأوسط**، تزداد سرعة النهر لأن قاعه يكون هنا أكثر ملاسة. ويصبح الانحدار أكثر سلاسة، ويزداد عرض الوادي اتساعاً كلما تآكلت ضفتاه بفعل المياه. يجري النهر من جانب إلى جانب في التفافات عريضة تسمى **الانعطافات**.

في الطور **السفلي**، يصبح قاع النهر الوحلي أو الرملي أملس تماماً، ما يجعل مياهه تتدفق بسرعة أكبر. ويزداد عرض النهر بسبب انضمام أنهر أخرى إليه تسمّى **الروافد**. وفي النهاية، يصب النهر في بحر أو بحيرة.



يتشكَّل الشلاَّل (مسقط الماء) عندما يجري النهر من صخر صلبٍ إلى صخر ليِّن، حيث يحتُّ الماء الصخر اللين بصورة أسرع مشكلاً حيداً.

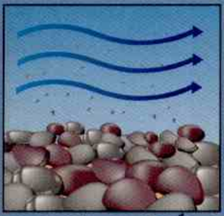
التحاتّ

تقوم مياه الأنهار بجرف أو حتِّ الصخر بفعل الحركة المستمرّة للحصى وحبيبات الرمل التي تحملها. وهذا الأمر يفسِّر كيفية تشكّل مجرى النهر. ويتوقف مقدار التحات على سرعة المياه وكمّيتها، وكذلك على مقدار المادة التي تنقلها المياه وعلى نوع الصخر الذي تجري فوقه. فالصخور الأكثر لِيونة، كالحجر الرملي تحتّ بشكل أسرع من الصخور الصلبة، كصخر الغرانيت مثلاً.

يبيِّن الرسم أدناه الأنماط الأربعة للتحات الذي يحدث عند مختلف أطوار مسار النهر. إن طول النهر هنا لم يُبَيَّن وفقاً لمقياس الرسم.

النقل

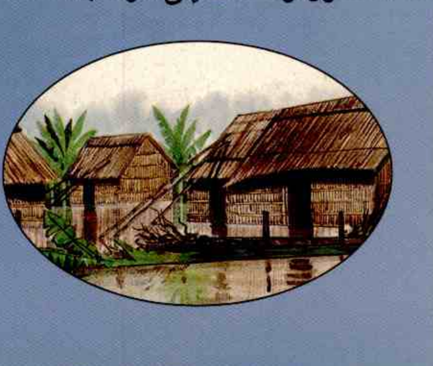
تُعرف كامل المادة التي ينقلها النهر، أو يحملها على طول مجراه، بحمولة النهر. فالجسيمات الخفيفة الناعمة من الصلصال والطمي تنتقل مع الجسيمات الأثقل كالحصى والجلاميد. ويتوضع بعض هذه المادة المنقولة حيثما تبطىء سرعة النهر، فتترسب أولاً المواد الأثقل يليها ترسب المواد الأخف، ما يسبب حدوث ظاهرة نشوء الطبقات.


تترسّب الجسيمات الكبيرة على قاع النهر قبل الجُسَيْمات الأصغر.

الدلتا

عندما يصبّ أحد الأنهار في البحر، تتوضع المادة التي لا يزال يحملها وتتراكم على أرض منبسطة تسمّى **الدلتا**. وتنشأ هذه المنطقة في حال توضعت المادة قبل أن تجرفها التيارات البحرية. يتفرع النهر إلى قنواتٍ ضيقةٍ عند عبوره الدلتا وهو في طريقه إلى البحر، مشكلاً عدداً من **الجزر الرسوبية** وتحدث تفاعلات كيميائية عندما تلتقي مياه النهر العذبة بمياه البحر المالحة، تذوب على إثرها المعادن المنجرفة في المياه العذبة، ثم تنفصل عن المحلول وتضاف إلى الرُسابة.

توجد هذه الدلتا في جون تيناكي، آلاسكا. يمكنك أن ترى كيف تراكمت الرواسب وشكلت جزراً.


في مناطق الدلتا، تجعل الترسّبات الغنية بالمعادن الأرض خصبة ومثالية للأعمال الزراعية. ففي بنغلادش، مثلاً يعيش ملايين من الناس فوق جزر تكوّنت في دلتا نهر الغانج، رغم خطر الفيضانات الدائم.

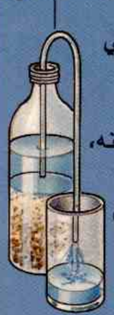
تحقّق بنفسك

يمكنك أن تتبيَّن كيف تُرَسِّب المياه المواد في طبقات. أولاً، قص شقّين بطول 2 سم في أسفل قنينة بلاستيكية سعتها لتر. غط كل شق بشريط لاصق.

شريط فوق كل شقّ

بعد ذلك، استخدم قمعاً لملء نصف القنينة بالتراب. ثم املأ القنينة تقريباً بالماء. ثبِّت الغطاء، ثم هزّ القنينة بقوة واتركها لمدة 24 ساعة.

أنبوب بلاستيكي



انزع الغطاء وضع أحد طرفي أنبوب بلاستيكي في الماء. اسفط الماء بفمك، واحرص على عدم ابتلاع أي كمية منه، ثم ضع إبهامك فوق نهاية الطرف. اثن الأنبوب للأسفل نحو بالوعة أو وعاء. حرّك إبهامك، فسترى الماء ينزح.

قطع القنينة

أخيراً، انزع الشريط عن الشقين في قعر القنينة، واترك الماء ينزح منها لمدة 24 ساعة. ستجد في النهاية أن التربة انتظمت في طبقات.

ارتباطات الانترنت

- انقر على اللائحة المعنونة "Rivers & Streams Topics" للحصول على المزيد من المعلومات المفيدة. *mbgnet.mobot.org/fresh/rivers/index.htm*
- العب لعبة مستجمع الأمطار، واكتشف أهمية المياه العذبة في حياتنا. *www1.umn.edu/bellmuse/mnideals/watershed/watershed2.html*
- موقع وب المائي التابع لدائرة المسح الجيولوجي الأميركي. *ga.water.usgs.gov/edu/*
- تعرَّف إلى المياه الجوفية في كندا، واكتشف سبب اعتبارها مورداً ثميناً. *www.ec.gc.ca/water/en/info/pubs/FS/e_FSA5.htm*
- معلومات متقدّمة عن الحتّ. *www.geog.ouc.bc.ca/physgeog/contents/11g.html*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

الطقس

الطقس هو مصطلح يشير إلى أحوال الغلاف الجوي القريب من سطح الأرض. وتشمل هذه الأحوال درجة حرارة الهواء، وسرعة الرياح، والضغط الجوي، وكمية الماء في الهواء التي تعرف **بالرطوبة**. إضافة الى ذلك هناك عوامل أخرى تشمل كمية السُحُب ومقدار الهطل المائي المطري أو الثلجي، المعروف **بكمية الأمطار أو الترسيب**.

تأثير الشمس

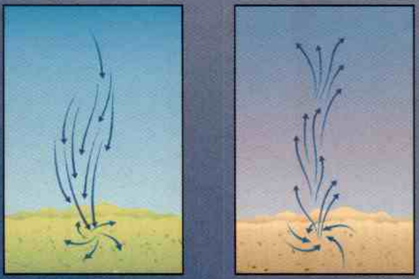
تلعب الشمس دوراً عظيم الأهمية في إحداث الطقس. فحرارتها المعروفة **بالإشعاع الشمسي**، تمتص من قبل الأرض، التي تسخن تبعاً لذلك. وتنتقل هذه الحرارة، بدورها، من الأرض إلى الهواء المحيط بها فيصبح أكثر دفئاً.

يكون لأشعة الشمس أشد تأثير حيث تسقط على سطح الأرض بصورة مباشرة، أي حول منتصف الكرة الأرضية (خط الاستواء). أما في المناطق البعيدة عن خط الاستواء، فإن الأشعة لا تضرب الأرض مباشرة، ولذلك تنتشر الحرارة فوق منطقة أكبر ويكون تأثيرها بالتالي أضعف.

ضغط الهواء

يضغط الغلاف الجوي على سطح الأرض، مولداً ما يسمى **الضغط الجوي**. وعندما يسخُن الهواء من الأسفل، فإنه يتمدّد ويأخذ بالارتفاع. وعندما يحدث ذلك، يتوقف الهواء عن الضغط بقوة على سطح الأرض، الأمر الذي يؤدي إلى نشوء منطقة من **الضغط المنخفض**. وعند السطح، يندفع الهواء إلى الداخل من المناطق المحيطة لموازنة الضغط.

توجد حول الأرض مناطق من **الضغط المرتفع والضغط المنخفض**، تسمى **الأحزمة**. تهب الرياح الشديدة عادة من أحزمة الضغط المرتفع إلى أحزمة الضغط المنخفض. ولكن الرياح لا تهب بصورة مستقيمة تماما من حزام لآخر، وإنما تنحرف جانبيا بفعل دوران الأرض، وهو ما يعرف **بمفعول كوريوليس**.



عندما يصعد الهواء الساخن من السطح، يندفع للداخل مزيد من الهواء من مناطق الضغط المرتفع.

عندما يُدفع الهواء البارد إلى الأسفل، ينتقل الهواء السطحي إلى مناطق الضغط المنخفض.

تبيِّن الأسهم الحمراء كيف تنحرف الرياح حول الأرض. ويدلّ السهم الأصفر إلى اتجاه دوران الأرض.

هواء حار وبارد

عندما يرتفع الهواء الساخن في الجو، فإنه يبرد ويهبط عائداً إلى الأرض. وهناك، قد يسخن مجدّداً إذا كان السطح أكثر دفئاً من الهواء الذي فوقه. ويطلق على دوران تيارات الهواء الدافئة والباردة **بالحَمْل** وعلى التيارات **بتيارات الحَمْل**.

كيف تصطدم أشعة الشمس بسطح الأرض

تستقبل المناطق المحيطة بمنتصف الأرض (خط الاستواء) إشعاعاً شمسياً شديد الحرارة، ذلك لأن الأشعة تسقط عليها بصورة مباشرة تقريباً في كل الأوقات.

تستقبل المناطق حيث تكون الأشعة مبعثرة حرارة أقل.

تكون هذِه السُحب المُكْفَهِرَّة مليئة بقطيرات الماء، التي يمكن أن تهطل كمطر أو ثلج أو بَرَد.

السُّحُب

تسبِّب حرارة الشمس تبخّر الماء من البحار. يصعد بخار الماء إلى الجو حيث يبرد ويتكثّف متحولاً إلى قُطيْرات مائية بالغة الصغر، تتكتّل معاً بشكل سُحُب. عندما تتشكل السحب ببطء وباطراد، فإنها تنتشر عبر السماء في طبقات. وتنمو هذِه السحب، في الأيام الحارَّة، سريعاً وتنتفخ على شكل كومات أو ركام.

أنواع السُحُب الشائعة

يكون السحاب **السِمْحاقي** عالياً ورقيقاً.

يتشكّل السحاب **الرُكامي** غالباً على ارتفاعات عالية في الأيام المشمسة والحارة.

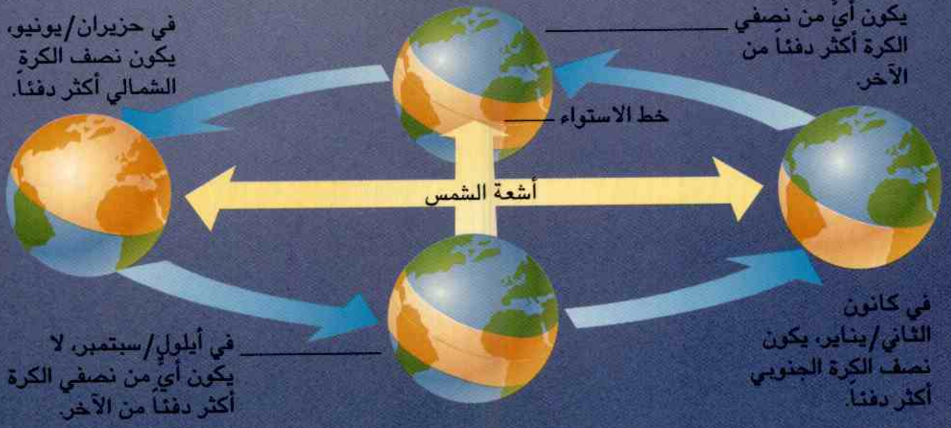
يأخذ سحاب **الرَهْج (الطبقي)** شكل طبقات مسطحة ومنخفضة.

الفُصول

تتغير أحوال الطقس على مدار السنة. وتنشأ هذه التغيرات، التي يُطلق عليها اسم **الفصول**، بسبب ميل محور الأرض بزاوية أثناء دورانها حول الشمس. وخلال قيام الكوكب برحلته السنوية الطويلة حول الشمس، تسقط معظم الأشعة الشمسية المباشرة على مناطق مختلفة من العالم.

ففي كانون الثاني/يناير، وعند بداية كل مدار، يكون النصف السفلي للأرض، أو ما يسمّى **نصف الكرة الجنوبي**، مائلاً نحو الشمس، ما يسبب ارتفاعاً في درجة الحرارة هناك. وفي حزيران/يونيو، يميل **نصف الكرة الشمالي** نحو الشمس، فترتفع درجات الحرارة في الشمال وتنخفض في الجنوب. أما في فصلي الربيع والخريف، فلا يوجد أيّ ميل إضافي باتجاه الشمس لأيٍّ من نصفي الكرة الأرضية.

رسم يبيّن اختلاف الفصول



تحقّق بنفسك

يمكنك القيام بهذا النشاط البسيط لتكوين سحابة مُنَمْنَمة. املأ أولاً، حاوية بلاستيكية شفافة وكبيرة لحوالي ثلثها تقريباً بالماء الحار. بعد ذلك، ضع بعضاً من مكعّبات الثلج على صينيّة ثم ضع الصينية على فتحة الحاوية. عندما يصعد الهواء الساخن الموجود داخل الحاوية ويبرد بفعل الثلج، يشكل بخار الماء الموجود في الهواء قطيرات مائية، تؤلّف سحابة صغيرة.

ارتباطات الانترنت

- مقدِّمة مشوقة ومفيدة عن الفصول ومسبِّباتها. *windows.arc.nasa.gov/cgi-bin/tour_def/the_universe/uts/seasons1.html*
- معلومات معمّقة عن كثير من الأنواع المختلفة للطقس. *ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/mtr/home.rxml*
- معلومات مفصّلة عن السحب، مع صور. *vortex.plymouth.edu/clouds.html*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

المنــاخ

تنمو أشجار الموز، كالتي نراها هنا، في المناطق الاستوائية.

إن مُناخ منطقة هو النمط النموذجي لحالة طقسها ودرجة حرارتها السائدَيْن لفترة طويلة من الزمن. وقد يؤثر نمط مُناخي واحد على إقليم كبير، أو على منطقة صغيرة محلية، حيث يسمى عندئذٍ مناخاً محليًا. وتتأثر المناخات بخط العرض وبالبعد عن البحر، وكذلك بالارتفاع عن سطح البحر.

الأقاليم المناخية

الاقليم المناخي هو منطقة واسعة على سطح الأرض يكون المناخ فيها هو نفسه بصورة عامة. وستجد على هذه الصفحة وصفاً للأقاليم المناخية الرئيسية في العالم.

المناخات القطبية هي مناخات قاسية تبقى على حالها تقريباً طوال السنة. وتكون درجة الحرارة فيها منخفضة جداً ولا يتساقط فيها المطر أو الثلج إلا قليلاً. لذلك يكون من الصعب نمو الحياة النباتية في مثل هذه الظروف.

كثير من الحيوانات القطبية، كهذا الدب القطبي مثلاً، يبقى دافئاً بسبب طبقة ثخينة من الفرو أو الدهن تكسو جسمه.

التندرا هي أقاليم تسيطر عليها رياح قاسية ودرجات حرارة شتوية منخفضة، تتراوح بين -30 و-20^{0}م. ترتفع فيها درجة الحرارة خلال الصيف إلى 17^{0}م.

النباتات الأرضية الخشنة القليلة النمو، كهذا الحزاز، هي أمثلة عن نباتات التندرا.

في **الأقاليم المعتدلة**، يهطل المطر طوال العام، وتتغير درجات الحرارة تبعاً للفصول. وهي تتراوح عموما بين -6^{0}م و25^{0}م. وتعتبر تغيّرات الطقس اليومية إحدى سمات الأقاليم المعتدلة.

تنمو الأشجار المعبلة، التي تفقد أوراقها في الخريف، في المناطق المعتدلة.

تتمتع **الأقاليم المدارية** بطقس دافىء على مدار السنة. ويوجد فيها فصلان، جافّ ورطب. وتتراوح درجات الحرارة فيها بين 21^{0}م و30^{0}م.

تتألف الأراضي العشبية الموجودة في المناطق المدارية من أشجار مبعثرة وحشائش طويلة، تذبل في فصل الجفاف.

تكون **المناطق المتوسّطِيّة** دافئة ورطبة في الشتاء وجافة في الصيف. ويتأثر مُناخها بشدة بالتيارات الهوائية التي تهب بين البر والبحر.

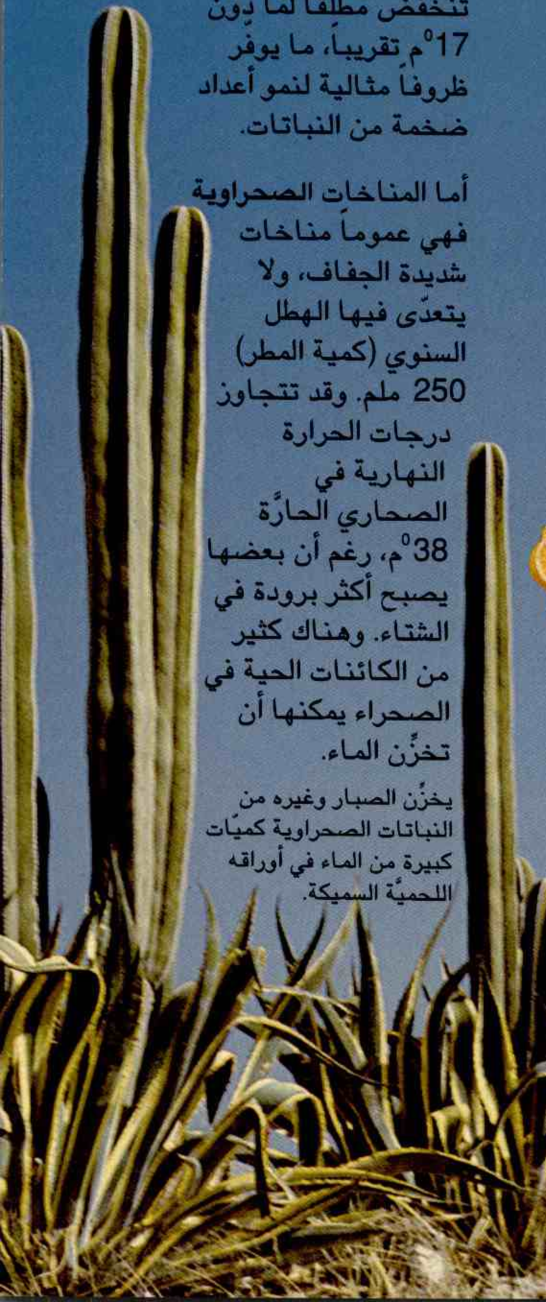
تنمو الحمضيّات جيداً في المناخات المتوسطِيّة، وتمنع قشورها السميكة تجفاف ثمارها خلال شهور الصيف الحارّة.

تتميَّز **المناطق القاريّة**، كالأجزاء المركزية من آسيا وأميركا الشمالية، بصيف حار وشتاء بارد.

تشهد براري أميركا الشمالية صيفاً حاراً جداً.

تتمتع **الأقاليم الاستوائية** بمُناخ حار ورطب بصورة مستمرة، الأمر الذي يساعد على نمو الغابات المطيرة في كثير من المناطق. فدرجة الحرارة فيها لا تنخفض مطلقاً لما دون 17^{0}م تقريباً، ما يوفر ظروفاً مثالية لنمو أعداد ضخمة من النباتات.

أما **المناخات الصحراوية** فهي عموماً مناخات شديدة الجفاف، ولا يتعدّى فيها الهطل السنوي (كمية المطر) 250 ملم. وقد تتجاوز درجات الحرارة النهارية في الصحاري الحارَّة 38^{0}م، رغم أن بعضها يصبح أكثر برودة في الشتاء. وهناك كثير من الكائنات الحية في الصحراء يمكنها أن تخزِّن الماء.

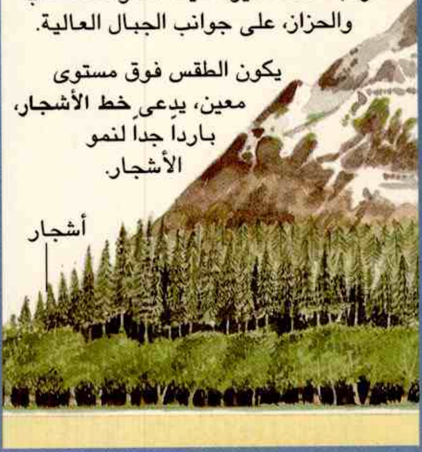


يخزّن الصبار وغيره من النباتات الصحراوية كميّات كبيرة من الماء في أوراقه اللحميَّة السميكة.

المناخات الجبلية

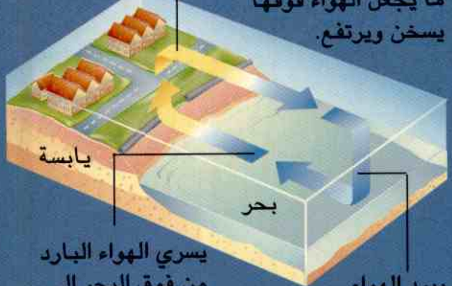
في المناطق الجبلية، تنخفض درجات الحرارة كلما ازداد العلوّ (الارتفاع) عن سطح البحر، الأمر الذي يؤدي إلى نشوء مناخات ونباتات متباينة عند مختلف الارتفاعات. فالأشجار، مثلاً، لا تتمكن من البقاء حيّة على المنحدرات الجبلية العالية بسبب قلّة التربة وتجمّد الأرض وتعرّضها لعصف الرياح الثلجية القارسة.

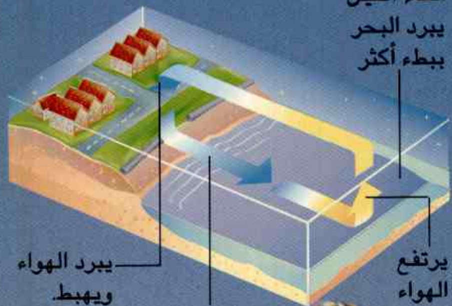
ويؤثّر الاتجاه الذي تتخذه جوانب الجبل (التي تسمى وجهته) على مناخه أيضاً. فجانب الجبل الذي يتلقى كمية من ضوء الشمس أكثر من الجانب الآخر، تنمو عليه نباتات أكثر.



المناخات الساحلية

في المناطق الساحلية، يكسب البرّ والبحر الحرارة ويفقدانها بمعدلات مختلفة خلال النهار. ويسري الهواء فوق هذه المناطق بصورة دائمة، الأمر الذي يؤدي إلى نشوء مناخ لطيف ورطب، يعرف بالمناخ الساحلي أو البحري.





مُناخات المدن

تكون المدن إجمالاً أكثر دفئاً من المناطق المحيطة بها، ذلك لأن الأبنية الخرسانية تمتص حرارة أكثر من النباتات. وهي تحتفظ بالحرارة أيضاً لمدة أطول، ما يجعل ليالي المدن أكثر دفئاً من ليالي الريف.

كذلك تميل الأرض تحت المدن للجفاف أكثر، لأن الطرق والأرصفة فيها تمنعان الماء من التغلغل إلى التربة التي تحتها.

تحقّق بنفسك

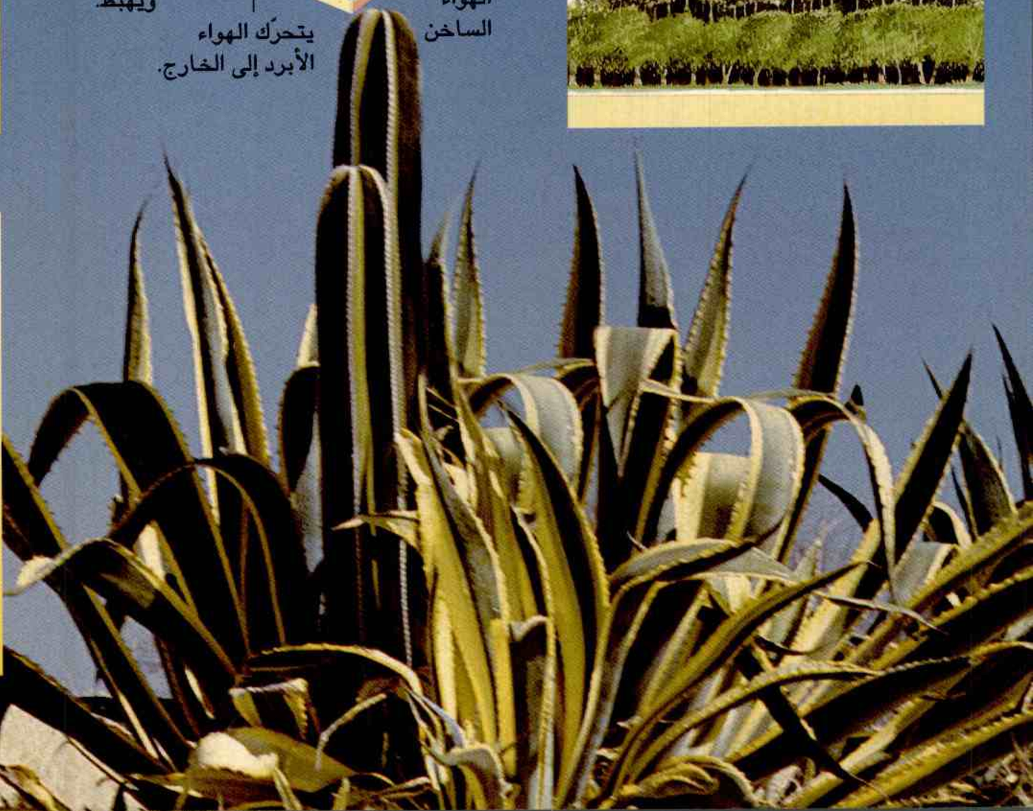
يبيِّن هذا الاختبار البسيط كيف تفقد النباتات الموجودة في أقاليم مناخية مختلفة الماء. أولاً، إروِ نبتتَيْ إبرة الراعي والصبَّار المزروعتين كلّ واحدة في أصيص، ثم ضع كيساً بلاستيكيّاً حول كلّ أصيص، وضعهما في صحنين. قص قاعدتي قنينتين كبيرتين من البلاستيك. إدهن أسفل كلّ قنينة بالفازلين ثم ضعهما فوق كل نبتة، كما هو مبين في الشكل.

بعد مرور ثلاثة أيام، يجب أن ترى قطيرات الماء في القنينتين. ولأن نبات الصبَّار يتواجد في المناطق الحارّة حيث يكون الماء نادراً، لذلك فهو سينتج كمية من الماء أقل بكثير من نبات إبرة الراعي.

ارتباطات الانترنت

- كل ما يتعلق بالصحاري ومناخاتها.
www.ontheline.org.uk/explore/nature/deserts/deserts.htm
- قم بزراعة مرجك الوهمي الطويل الأعشاب.
www1.umn.edu/bellmuse/mnideals/prairie/build/tb1.html
- المختبر المناخي التابع للناشيونال جيوغرافيك.
tectonic.nationalgeographic.com/2000/physical/climate/
- استكشاف معمَّق للأقاليم المناخية.
www.geog.ouc.bc.ca/physgeog/contents/7v.html
- إقرأ عن الصحراء الكبرى.
library.thinkquest.org/16645/the_land/sahara_desert.shtml

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".



سكان العالم

يطلق على مجموع الناس الذين يعيشون في مكان معين السُكّان. وحالياً وصل تعداد سكان العالم إلى حدٍّ لم يصله أبداً من قبل، وهو لا يزال يزداد باستمرار. وقد أدّت حاجة الناس إلى الطعام والمأوى والوقود إلى تهافتهم على الأرض ومواردها، الأمر الذي دفعهم إلى تغيير بيئتهم الطبيعية كي تتناسب مع حاجاتهم.

مدينة هونغ كونغ من المدن الشديدة الاكتظاظ، يعيش الآلاف من أفرادها في قوارب داخل الميناء.

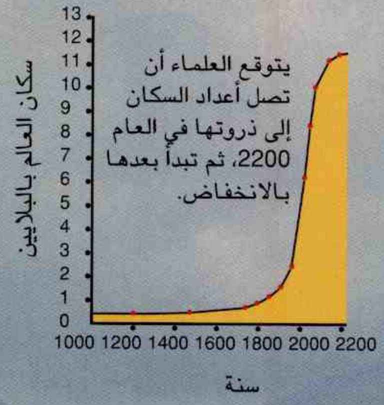
التوسّع السكاني

لو كان كلُّ سطح الأرض صالحاً للعيش، لاتسعت الأرض لكل سكانها. إلاَّ أن هناك قلّة من الناس تعيش في أمكنة ذات مناخات حارّة أو باردة جداً، أو في أمكنة ذات تربة غير صالحة للزراعة. وهذا يعني أن سكان العالم لا يتوزعون بشكل عادل على القارات.

تظهر هذه الصورة المأخوذة بالأقمار الاصطناعية مدينة واشنطن العاصمة في الولايات المتحدة. إن أكثر من ثلث سكان العالم يعيش في مدن كهذه المدينة.

يبلغ عدد سكان العالم حالياً أكثر من 6000 مليون نسمة، مقارنة بحوالي 4000 مليون نسمة في العام 1980. ويضطر كثير من الناس، في البلدان ذات النمو السكاني السريع، إلى العيش في أمكنة مكتظّة وظروف عيش غير ملائمة.

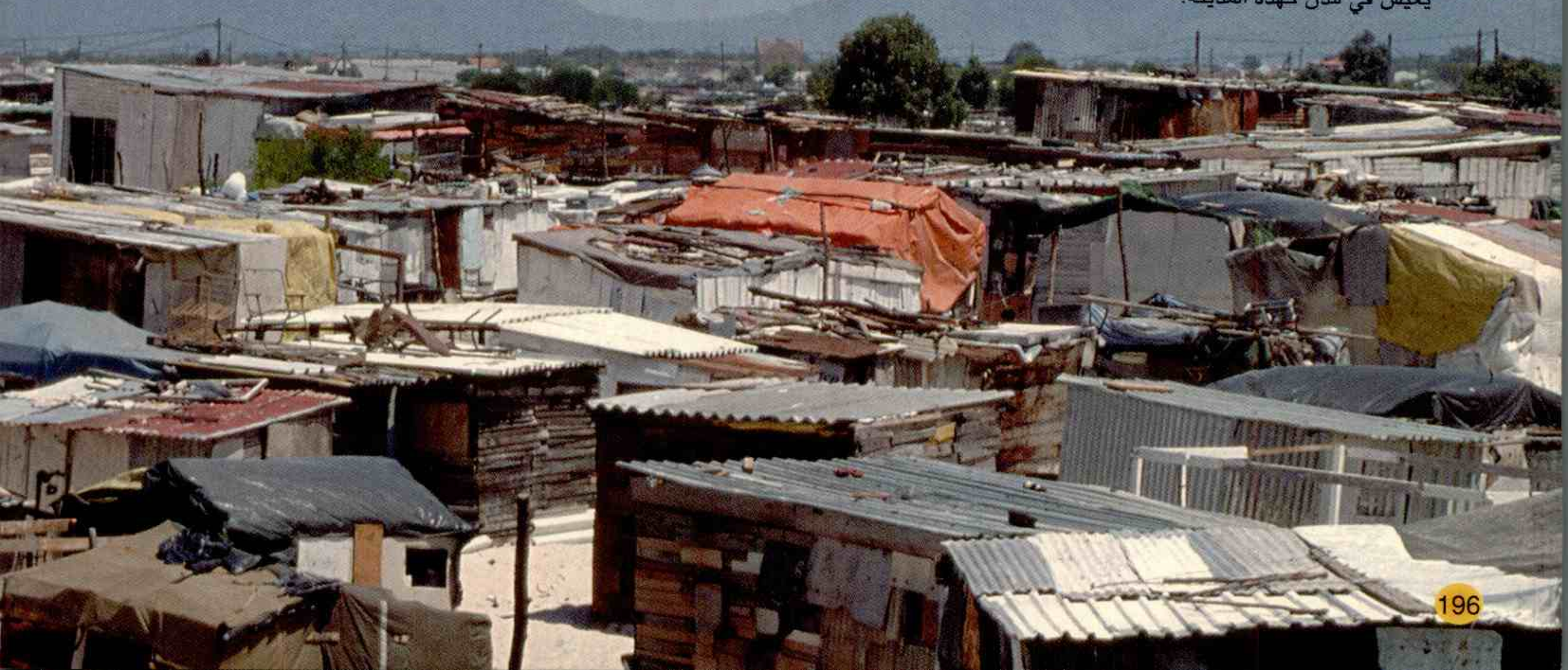
رسم بياني يبين عدد سكان العالم منذ العام 1000.



مشاكل المدينة

في كلٍّ أنحاء العالم، ينتقل الناس من الأرياف إلى المدن بحثاً عن العمل. ويسمى هذا الانتقال **الهجرة نحو المدينة**. ونتيجة لتزايد أعداد السكان في المدينة، تصبح بعض المناطق مكتظة بالسكان، ويزداد التلوث فيها.

وفي بعض البلدان، تتكدّس **مدن الأكواخ**، المؤلفة من أبنية مؤقتة، في ضواحي المدن لاستيعاب هذا الفائض البشري. وتبنى منازل مدن الأكواخ من مواد النفايات والخردة. وهي غالبا ما تفتقر إلى الماء النظيف والكهرباء وشبكة الصرف الصحي.



هذه المدينة من الأكواخ موجودة في ضواحي كيب تاون، في جنوب افريقيا. يجبر الناس على بناء هذه البيوت عندما يعجزون عن السكن في المدينة، أو عندما لا تتوفر في المدينة بيوت للسكن.

تحديد عدد السكان

تحاول بلدان عديدة منع سكانها من التكاثر بصورة سريعة. فعلى سبيل المثال، لا يُشجَّع الزوجان في الصين على إنجاب أكثر من ولد واحد. كذلك تعمل مشاريع التثقيف الصحي على تعليم الناس كيفية تجنُّب إنجاب الكثير من الأولاد–**تحديد النسل**. ومع ذلك يعارض كثير من الناس تحديد النسل بسبب معتقداتهم الدينية أو الثقافية.

الناس والأرض

منذ قديم الزمان، تأثّرت حياة الناس بالمعالم الطبيعية التي كانت تحيط بهم. وقد فتّش الإنسان منذ البداية عن أمكنة للعيش يتوافر فيها الماء والطعام والأمان. وعندما كانت تكتشف مثل هذه الأماكن، كان الناس يتجمعون فيها في مجموعات دائمة سمِّيت لاحقاً **المجتمعات**.

نشأت معظم المجتمعات قرب الأنهار أو الينابيع أو الآبار، أو في مناطق غير معرَّضة للفيضان. وقد شجّع وجود تربٍ خصبة للزراعة ووجود موارد طبيعية، كالفحم، على استقرار الناس في أمكنة معينة.

التأثيرات على الأرض

يعمل الناس في كثير من الأحيان على تغيير محيطهم حتى يتلاءم مع حاجاتهم ومتطلباتهم. وعلى مدى قرون من الزمن، جرى استصلاح كثير من الأراضي بهدف البناء وإقامة شبكات النقل وزرع المحاصيل. كما تمّ القضاء على مساحات هائلة من الغابات واستنزفت كثير من الأراضي الرطبة الطبيعية. أما المناطق الجافة فقد تم ريَّها اصطناعياً.

في هذه الصورة، منطقة مشجَّرة يجري تسويتها تمهيداً لإقامة موقع بنائي.

ساعدت هذه الطرق على توفير المزيد من الطعام والمأوى وطرق النقل. إلا أن العالم الطبيعي دفع ثمن ذلك، لأن كلَّ ما جرى كان على حسابه. ففي كثير من الأراضي التي تم استصلاحها جرى غسل التربة الفوقية الخصبة، أو ما يعرف **بجرف التربة**، بحيث لم يبقَ إلا ترب غير خصبة لا تصلح لزراعة المحاصيل. وقد أدى ترافق انجراف التربة مع الجفاف، في بعض البلدان، إلى حصول المجاعات.

الزراعة

مع تزايد أعداد السكان في العالم، ازداد الطلب على الطعام. واليوم، هناك الكثير من الجمعيات العالمية التي تعمل على تحسين أساليب الزراعة في الدول النامية. وقد وضعت هذه الجمعيات خططاً لتعليم المزارعين كيفية إنتاج كميات أكثر من المحاصيل من نفس مساحة الأرض، الأمر الذي يلغي الحاجة إلى استصلاح المزيد من الأراضي.

تم إنشاء بعض الأراضي الزراعية على حدود الأراضي الصحراوية. وقد كانت هذه الأراضي في يوما ما مليئة بالأشجار والشجيرات، إلا أنها تصحّرت بفعل انجراف التربة، الذي سبَّبه الرَّعي الجائر للأرض وقطع الأشجار والرياح الجافة. إن الاستعانة بالري يمكن من استخدام هذه الأراضي مجددا في زراعة المحاصيل.

في المناطق ذات المياه القليلة جداً، يجري الريّ بواسطة التقطير قطرة قطرة فوق كل نبتة. تضاف أحياناً الأسمدة إلى الماء من خلال تقنية تعرف بالرّي التسميدي.

ارتباطات الانترنت

- يلقي هذا الموقع الضوء على كيفية تبدّل خمس بيئات شديدة الاختلاف نتيجة التزايد في عدد السكان.
  www.bbc.co.uk/education/landmarks
- نظرة تفاعلية ممتازة للنمو السكاني والحد منه، موجّهة إلى القرّاء الأكبر سناً.
  www.popexpo.net/eMain.html
- نظرة هامة ودقيقة جداً لمشاكل النمو السريع في عدد السكان.
  darwin.bio.uci.edu/~sustain/bio65/lec1 6/b65lec16.htm
- في هذا الموقع، كثير عن الوقائع السكانية الحديثة.
  www.prb.org
- مرجع معمّق لسكان العالم.
  www.popnet.org

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

موارد الأرض

تحتوي علبة الشراب هذه على الألمنيوم، وهو واحد من معادن عديدة يمكن صهرها وإعادة استعمالها.

يوجد تحت سطح الأرض الكثير من الموارد التي يستهلكها الناس في كلِّ أرجاء العالم. بعض هذه الموارد أحجار كريمة، تباع ويُتاجر بها. وبعضها الآخر معادن، تستخدم في البناء وفي أغراض مختلفة. وكلُّ أنواع الوقود تقريباً والتي يجري استهلاكها حالياً يتم الحصول عليها من داخل الأرض أيضاً.

الوقود الأحفوري

يُعرف النفط والفحم والغاز **بالوقود الأحفوري**. ويتشكّل هذا الوقود من بقايا النباتات والحيوانات التي تراكمت في الصخور منذ ملايين السنين. وتتحرَّر الطاقة الكيميائية المحتجزة في هذه المتعضّيات عندما يتم حرق الوقود الأحفوري.

يتكوَّن الفحم من بقايا النباتات القديمة.

يحتاج الناس إلى الوقود لأغراض الطهي والتسخين والإضاءة وتشغيل محرِّكات المركبات وتوليد الكهرباء، ولكثير من الأمور الأخرى. ولأن الطلب على الوقود كبير جداً والمخزون منه محدود، فقد يُستهلك كامل النفط والغاز الأرضيّين خلال عقود قليلة من الزمن. وهذا يعني أن الناس يحتاجون إلى إيجاد موارد بديلة للطاقة للإيفاء بحاجاتهم منها.

الطاقة المتجدِّدة

توصف مصادر الطاقة التي لا تنفد **بالمتجدِّدة**. وتشمل هذه المصادر أشعة الشمس، التي تُلتقط بواسطة الألواح الشمسية*؛ والرياح، التي تدير التربينات الهوائية*؛ والمياه المتحرِّكة، التي تستخدم في محطات توليد الطاقة الكهرمائية. وتستخدم **الطاقة الحرارية الأرضية** (طاقة حرارية تستمد من الصخور الجوفية) في المناطق البركانية. أما **الغاز الحيوي**، الذي ينتج من النفايات المتعفنة، فيمكن حرقه أيضاً لتوليد الحرارة.

ومع ذلك، فإن 5% فقط من طاقة الأرض يرد حالياً من المصادر المتجدّدة. ويعود ذلك أساساً إلى أن هذه الأنواع هي غالباً أقل عولاً أو أقل فعَّالية من الوقود الأحفوري. فعلى سبيل المثال، يعتمد الكثير من أنواع هذه الطاقة على ظروف مناخية معيَّنة، كالرياح العنيفة أو الثابتة، أو أشعة الشمس الساطعة، والتي لا تتوفر دائماً في بعض المناطق.

الطاقة النووية

تتولَّد **الطاقة النووية** من مواد مشعَّة، كاليورانيوم، عندما تنشطر جُسَيْمات صغيرة جداً فيها، تسمّى الذرات. ويعتقد كثير من الناس أن هذه الطاقة ستكون من أكثر مصادر الطاقة منالاً في المستقبل، إلاّ أنها ستخلف نفايات مشعَّة خطرة يصعب التخلص منها بصورة مأمونة.

قد يبقى الخطر الناجم عن نفايات وحدات توليد الطاقة النووية جاثماً لآلاف السنين. وتحمل براميل المواد المشعَّة رمزاً يدلُّ على خطورة ما بداخلها.

تلتقط هذه الصفوف من الألواح الشمسية العاكسة العملاقة أشعة الشمس وتستخدم الطاقة الناتجة عنها لتوليد الكهرباء.

توفِّر الطاقة الشمسية شكلاً مأموناً ونظيفاً من الطاقة.

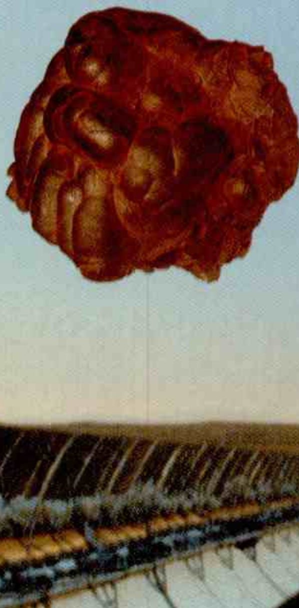
*ألواح شمسية، 109؛ توربين هوائي، 108.

المعادن

يدأب الناس، منذ قرون عديدة، على حفر الأرض لاستخراج الصخور التي تحتوي على **معادن** نافعة. وتتألّف المعادن عادة من خليط من العناصر، مثل الكربون والسليكون ومعادن مثل الحديد.

الأحجار الكريمة، كهذا العقيق الأحمر، هي معادن تم تعدينها لجمال منظرها. وهي تصاغ عادة وتصقل قبل بيعها.

يُطلق على الصخور التي تحتوي على مستوى عالٍ من المعادن، وبخاصة الفلزّات، اسم **الخامات**. وتعالج الخامات المعدنية المستخرَجة من الأرض بغية استخلاص المعدن النقي منها. وهناك طرق عديدة لذلك، منها التقنية بالصهر*، التي تتطلّب الحرارة، والتحليل الكهربائي* (الكهرلة)، الذي يستخدم الكهرباء.



يُستخرج الحديد من خام يسمّى الهيماتيت.

التعدين

تُعدّن الصخور التي تحتوي على فلزّات مفيدة، أي يتم استخلاصها من الأرض. ويتوقف أسلوب التعدين المستخدَم على عمق المنجم وقيمة الخام وكميّته. فإذا كان الخام متوافراً بكميات كبيرة تحت الأرض، تحفر أنفاق تحت سطح الأرض للوصول إليه. أما إذا كان الخام موجوداً قرب السطح فيستخرج من حفرة مكشوفة.

يجري هنا، استخراج الفحم من منجم يقع على سطح الأرض. ويسمى هذا المنجم منجم التعدين المكشوف.

ورغم أن الناس يعوّلون بشدة على التعدين لاستخراج الكثير من المواد التي يحتاجونها، إلاّ أن ذلك قد يسبب ضرراً للبيئة. فتعدين طِنٍّ واحد من الخام يمكن أن يخلف آلاف الأطنان من النفاية الصخرية، التي قد تنتشر فوق منطقة شاسعة. وقد تتأثر الحياة النباتية والحيوانية الموجودة في المناطق المحيطة بالمنجم على نحو خطير جداً.

إدارة الموارد

يعتمد الناس بصورة دائمة على المعادن والوقود وموارد الأرض الطبيعة الأخرى. لكن تعدين واستخلاص مختلف أنواع الوقود والخامات يعتبران أمراً مكلفاً وعملية صعبة. وهناك بعض المواد، كالنفط مثلاً، أصبح من الصعب العثور عليها، بسبب استنفاد أفضل مصادرها.

وفي وقت ما من المستقبل، لن يبقى هناك أيُّ موارد غير متجدّدة تكفي لإيفاء حاجات كل الناس. وتعتبر إعادة استخدام المواد وتدويرها، واستخدام مصادر الوقود المتجدّدة كلما أمكن ذلك، أفضل الطرق لاستدامة موارد الأرض الموجودة لأطول مدة ممكنة.

تحقّق بنفسك

هناك الكثير من الموادّ التي يمكن إعادة تدويرها. وتشمل هذه المواد الورق والزجاج وعلب الألمنيوم والفولاذ. بمقدورك أن تبحث عن مراكز لإعادة التدوير قرب المكان الذي تعيش فيه. وقد تنظم مدرستك أيضاً أنشطة تتعلق بإعادة التدوير.

بإمكانك أن تساهم أيضاً في توفير الطاقة بتذكير الناس بإطفاء التيار عن المصابيح الكهربائية عند مغادرتهم الغرف، أو بالطلب إلى والديك استخدام مصابيح ضوئية فعّالة لناحية الطاقة، كهذا المصباح الظاهر في الصورة.

ارتباطات الانترنت

- معلومات متعلقة بإدارة النفايات وإعادة التدوير وقضايا بيئية أخرى
www.soton.ac.uk/~engenvir/index/enviro_index.html
- قم بزيارة فعلية لأحد مناجم الفحم.
www.msichicago.org/exhibit/coal_mine/coalhome.html
- يقدّم هذان الموقعان معلومات مهمة عن الطاقة النووية.
library.thinkquest.org/17940/
school.discovery.com/homeworkhelp/worldbook/atozscience/n/396440.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*تحليل كهربائي، 82–83؛ صهر، 36.

الضوء والصوت والكهرباء

الموجات

كل **الموجات أو الأمواج تحمل طاقة**. وثمة نوعان رئيسيان من الموجات: ميكانيكية وكهرمغنطيسية. **الموجات الميكانيكية**، بما في ذلك الموجات المائية والموجات الصوتية، هي اهتزازات في جامد أو سائل أو غاز. أما الموجات الكهرمغنطيسية، مثل الموجات الضوئية والموجات الراديوية، فهي اهتزازات من نوع مختلف. لمزيد من المعلومات عن هذه الموجات انظر الصفحتين 212 - 213.

الزلازل موجات تنتقل عبر الصخر. وقد تكون الاهتزازات قوية بحيث تدمّر المباني.

نقل الطاقة

تسمى المادة التي تنتقل فيها الموجات وَسَطا. الماء والزجاج والهواء أنواع مختلفة من الأوساط. تحمل الموجة الميكانيكية الطاقة عبر وسط ما بجعل جُسَيْماته تهتز. وكل جُسَيْم مهتز ينقل الاهتزاز إلى جواره، ومن ثم تمرّر الطاقة عبر المادة.

الموجات كتلك المبيّنة في الأشكال أدناه تتكوّن بفعل اهتزاز جُسَيمات الماء إلى أعلى وأسفل. ولا تنتقل الجسيمات إلى الأمام مع الموجة.

* على غرار جسيمات الماء نفسها، لا ينتقل الطائر إلى الأمام مع الموجة المارّة.

لا تُحدث الموجة اضطراباً دائماً في الوسط الذي تنتقل عبره. فكل جُسَيْم يتوقف تدريجيًا عن الاهتزاز ويستقرّ في موقعه الأصلي.

* يقلّ اهتزاز الجُسَيْمات في الموجة عندما تفقد طاقتها ويسكن الماء.

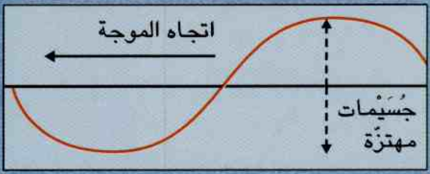
عندما تسقط هذه القطرات في الماء تنتشر الموجات في دائرة تنقل الطاقة بعيداً عن المنطقة المضطربة.

التموّجات في هذه البركة هي موجات مائية. وعندما تنتقل من مصدر الاضطراب، تفقد طاقتها لذا تصبح أصغر.

أنواع الموجات

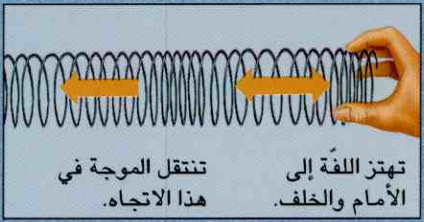
يمكن اعتبار كل الموجات إما طولانية وإما مستعرضة، تبعاً لاتجاه الاهتزازات.

الموجاتِ المستعرضة موجات تهتزّ فيها الجُسَيْمات باتجاه عمودي على اتجاه انتقال الموجة. الموجات المائية هي موجات مستعرضة.



تهتز الجسيمات في الموجة المستعرضة بزوايا عمودية على اتجاه الموجة.

في **الموجات الطولانية** تهتزّ الجسيمات في اتجاه انتقال الموجة نفسه. تهتز جسيمات الوسط إلى الأمام وإلى الخلف وتعمل مِثل اللفّات في نابض عندما تضغط معاً ثم تنتشر. الموجات الصوتية هي موجات طولانية.



تبيّن اللفّات في هذا النابض كيف تنتقل الموجات الطولانية.

قياس الموجات

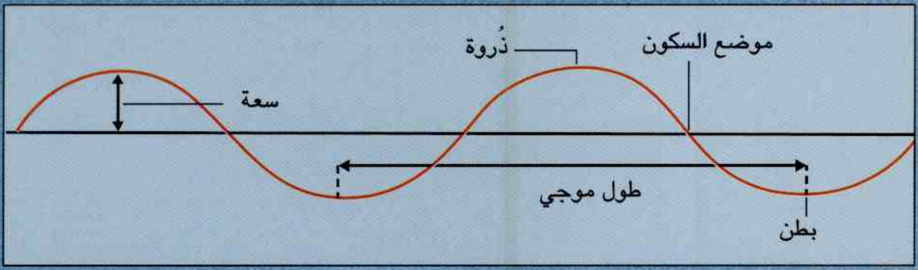
تُنشىءِ الموجات المستعرضة نمطاً منتظماً من النقاط العالية، تسمّى **الذرى**، والنقاط المنخفضة تسمّى **البطون**. وتسمّى موجة كاملة **دورة**. وهي تضم ذروة واحدة وبطناً واحداً.

يسمّى عدد الموجات الكاملة التي تعبر نقطة ما في ثانية واحدة **تردّداً**. ويُقاس التردّد **بالهرتز (Hz)**، نسبة إلى العالم الألماني هنريخ هرتز (1857-1894) الذي كان أوّل من اكتشف الموجات الراديوية واستخدمها.

المسافة بين نقطة في موجة ما والنقطة نفسها في الموجة التالية، كالمسافة بين بطنين، تسمّى **الطول الموجي**.

ويسمى الارتفاع بين موقع الجسيم في حالة السكون والذروة **سعة**. وتقلّ السعة بانتقال الموجة بعيداً عن مصدرها وفقدانها الطاقة.

تقاس الموجة بتردّدها وطولها الموجي وسعتها.



تحقّق بنفسك

يمكنك استخدام هذه التجربة لمعرفة شكل الموجة المستعرضة. اربط أحد طرفي خيط بنقطة ثابتة، مثل مقبض باب، أمسك بالطرف الثاني ورجّ الخيط بشدّة. تلاحظ شكل الموجة المنتقل على طول الخيط. يهتز الخيط بزوايا عمودية على اتجاه الموجة.

ارتباطات الانترنت

- تفسير سهل الفهم للموجات.
mbgnet.mobot.org/salt/motion/waves.htm
- شاهد فيلماً عن الموجات.
www.brainpop.com/science/light/waves/index.weml
- اعرف عن الزلازل وشاهد رسوماً متحرّكة وأفلام فيديو.
www.thirteen.org/savageearth/earthquakes/index.html
- أنشىء زلزالاً افتراضياً واعرف عن الموجات الزلزالية.
vcourseware3.calstatela.edu/VirtualEarthquake/VQuakeIntro.html
- انقر على «Science Trek» ثم على «Electromagnetic Waves» من أجل نشاطات تفاعلية.
www.colorado.edu/physics/2000/index.pl
- كثير من المعلومات المعمّقة عن الموجات.
id.mind.net/~zona/mstm/physics/waves/waves.html
- تفسير لمختلف أوجه سلوك الموجات مع رسوم متحرّكة.
members.aol.com/nicholas/waves/waves.htm
- تعريف موسوعي موجز للموجات مع ارتباطات بالمصطلحات ذات الصلة.
www.the-sea.org/tides.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

سلوك الموجات

عندما تصطدم موجة بعقبة، أو تنتقل من مادة (وسط) إلى مادة أخرى، يمكن أن تتغيّر سرعتها أو اتجاهها أو شكلها. تسمى الموجة قبل أن يحدث التغيّر **الموجة الساقطة أو الواردة**. الأمثلة الواردة في هذه الصفحات تعرض الأمواج المائية، لكن كل الموجات تتصرّف بالطريقة نفسها.

التسونامي أمواج عملاقة تتباطأ ويزداد ارتفاعها بسرعة عندما تدخل مياهاً ضحلة.

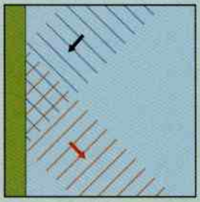
الانعكاس

عندما تصطدم موجة ساقطة أو واردة بعقبة، كما يحدث عندما تصطدم موجة مائية بحاجز أمواج، ترتدّ إلى الخلف. يسمّى ذلك **انعكاسا**، وتنعكس الموجة إلى الخلف بزاوية مساوية لزاوية الورود. وتسمّى عندئذ **موجة منعكسة**.

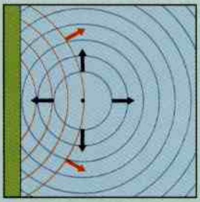
يتوقّف شكل الموجة المنعكسة على شكل الموجة الواردة وشكل العقبة التي تصطدم بها. يعرض الرسم أدناه ما يحدث عندما تصطدم أمواج مستقيمة ومنحنية بعقبات مختلفة الأشكال.

*

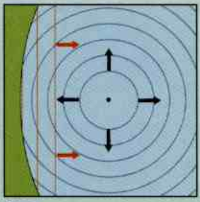
تكون زاوية انعكاس الموجة مساوية لزاوية اقتراب الموجة الساقطة.



أمواج مستقيمة تصطدم بحاجز مستقيم فتنتج أمواجاً منعكسة مستقيمة.



أمواج دائرية تصطدم بحاجزٍ مستقيم فتنتج أمواجا منعكسة دائريّة.



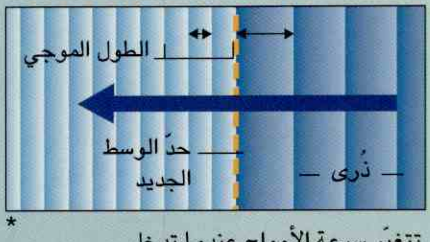
*

أمواج دائرية تصطدم بحاجزٍ مقعّر فتنتج أمواجا منعكسة مستقيمة.

تكون الأمواج في البحر مستقيمة نسبيًا. وعندما تقترب من مياه الشاطىء الضحلة، تنحني بحيث يتطابق شكلها مع منحنيات خط الشاطىء. وهذا مثال على الانكسار.

الانكسار

عندما تدخل الموجة الواردة وسطاً جديداً، تتغيّر سرعتها. ويتغيّر طولها الموجي* لكن لا يتغيّر تردّدها*. في الرسم أدناه تتباطأ الموجات في الوسط الجديد، فيقصر طولها الموجي لكن عدد الذرى التي تعبر في الثانية (التردد) يبقى على حاله.



تتغيّر سرعة الأمواج عندما تدخل وسطاً جديداً.

إذا دخلت موجة وسطاً جديداً بزاوية ما، تتغير سرعتها واتجاهها. يسمّى ذلك **انكساراً**. وتسمّى الموجة التي خضعت للانكسار **موجة منكسرة**.

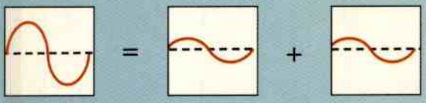
تتغيّر سرعة الأمواج واتجاهها عندما تدخل وسطاً جديداً بشكل مائل.

تتصرف المياه العميقة والضحلة كمادتين مختلفتين. يتباطأ القسم الأوّل من الموجة الذي يدخل المياه الضحلة قبل باقي الموجة. يغيّر ذلك اتجاه الموجة.

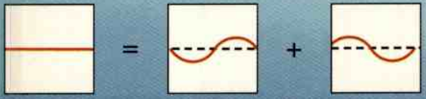
التداخل

إذا التقت موجتان أو أكثر، تؤثّر إحداها على الأخرى. يسمّى هذا التأثير **تداخلاً**. ويتوقف نوع التداخل على أجزاء الأمواج المتطابقة.

إذا وصلت ذروتان بنفس السعة* في الوقت نفسه، تتحدان لتشكيل ذروة مضاعفة الحجم. وهذا مثال على **التداخل البنّاء**.

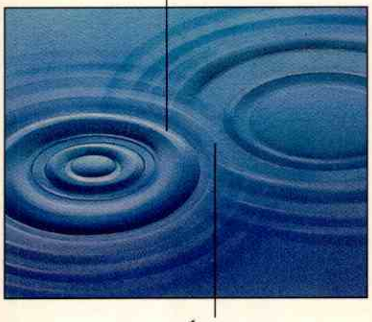


وإذا لقيت ذروة بطناً من الحجم نفسه، يلغي أحدهما الآخر وتختفي الموجة. يسمّى ذلك **التداخل الهدّام**.



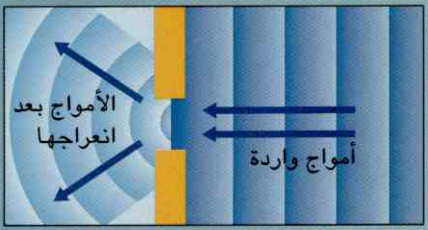
تحقّق بنفسك

لمشاهدة تداخل الأمواج، احمل حصاة صغيرة في كل يد وأسقطهما في الوقت نفسه في مغطس مليء بالماء. تتحرّك المُوَيْجات التي تحدثها الحصاتان في دوائر. وقد تلاحظ لفترة وجيزة حيث تتقاطع معاً تداخلاً بنّاءً وهدّاماً على السواء.



الانعراج أو الحيود

عندما تمرّ موجة عبر فجوة فإنّها تنتشر وتنحني. وهذا مثال على **الحيود أو الانعراج**. وكلما كانت الفجوة أصغر مقارنة بالطول الموجي للموجة، ازداد انعراجها.



عندما تمرّ الموجة عبر فجوة أصغر من طولها الموجي تنعرج كثيراً

لا تكاد تنعرج الموجة عندما تمر عبر فجوة أكبر من طولها الموجي.

يمكن أن تنعرج الأمواج عندما تصطدم بحافة عائق.

ارتباطات الانترنت

- اقرأ عن أمواج تسونامي.
  tsun_whatis.html
- تجارب تفاعلية تفسّر الأمواج.
  www.colorado.edu/physics/2000/index.pl?Page=schoedinger/index.html
- تعريف لمصطلح الانكسار. انقر على «Images» للحصول على رسوم وصور ومساعدة.
  www.britannica.com/bcom/eb/article/7/0,5716,64637+1+63033,00.html
- عرض إيضاحي لتداخل الموجات.
  www.explorescience.com/activities/activity_page.cfm?activityID=47

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

*تردد، سعة، طول موجي، 203.

الصـوت

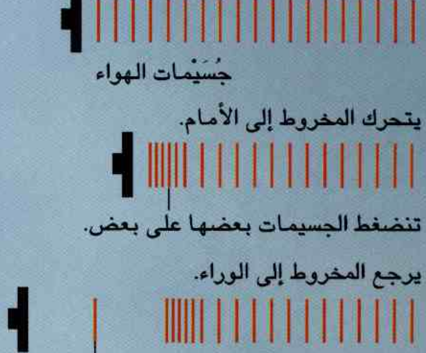
يبلغ صوت الورقة الساقطة 10 دسيبل.

الصوت شكل من أشكال الطاقة تحمله موجات من الجُسَيْمات المهتزة. تسمّى هذه الموجات **موجات صوتية** ويمكن أن تنتقل عبر الجوامد والسوائل والغازات، لكنها لا تنتقل في الخواء (الفراغ) حيث لا توجد جُسَيْمات تهتز. ولذلك لا ينتقل الصوت في الفضـاء.

الموجات الصـوتية

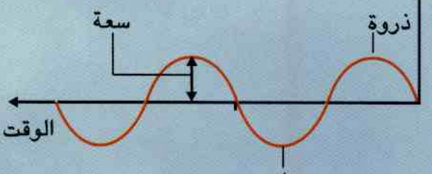
الموجات الصوتية موجات طولانية. وذلك يعني أن الجُسَيْمات تهتزّ في اتجاه انتقال الموجة نفسه.

مثال ذلك، يهتز مخروط ورقي إلى الأمام والخلف داخل المجهار (مكبر الصوت) فيرسل طاقة صوتية في الهواء. عندما يتحرك المخروط إلى الأمام يضغط جسيمات الهواء أمامه بعضها على بعض. وعندما يتحرّك إلى الخلف، يترك منطقة تتباعد فيها الجسيمات وتنتشر.



يمكن عرض موجات الصوت كخط متموّج. تظهر القمم مكان انضغاط الجسيمات، فيما تظهر البطون مكان انتشارها. وتبيّن الرسوم الموجية عدد الموجات في الثانية (التردد).. وقوّتها (السعة).

رسم يبيّن الموجات الصوتية



يُقاس تردد الموجات بالهرتز (Hz). الموجات الصوتية التي تقع تردّداتها بين 20 و20000 هرتز تسمعها الأذن البشرية، وتسمّى عادة صوتاً. وتسمّى الموجات الصوتية دون هذا المدى صوتاً **دون سمعي**، وتلك التي تقع فوقه صوتاً **فوق سمعي**.

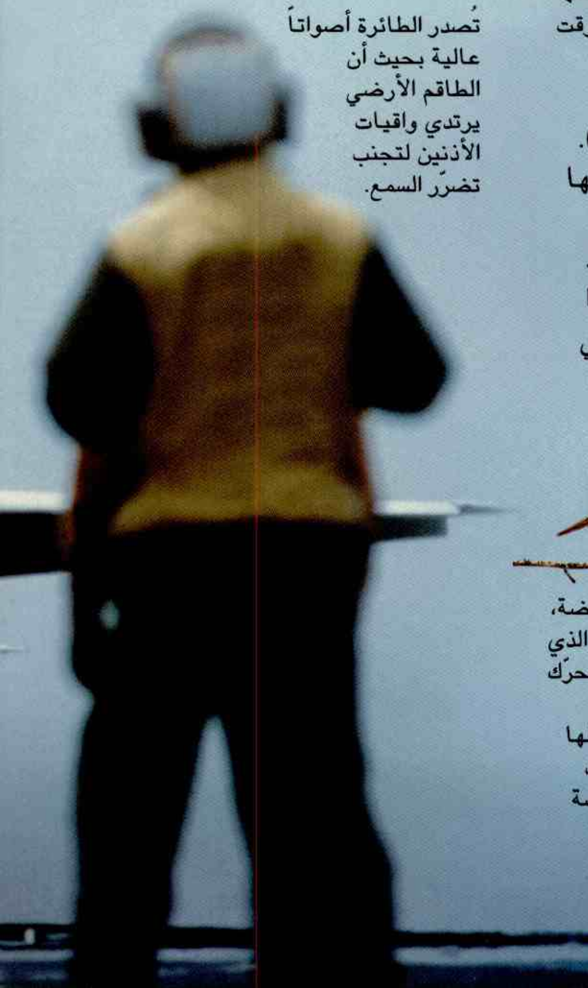
الأصوات المرتفعة مثل تغريد الطيور لها موجات عالية التردّد.

الأصوات المنخفضة، مثل الهدير الذي يُصدره محرّك شاحنة ثقيلة، لها موجات منخفضة التردّد.

الجهارة

الأصوات الجهيرة موجات ذات سعة كبيرة. والأصوات الخافتة موجات ذات سعة صغيرة. عندما ينتقل الصوت بعيداً عن مصدره، تصغر السعة، لذا يخفت الصوت.

تُقاس جهارة الصوت **بالدسيبل (dB)**. الحوت الأزرق أكثر الحيوانات جهورية في العالم، إذ يحدث أصواتاً تصل جهارتها إلى 188 دسيبل.



تُصدر الطائرة أصواتاً عالية بحيث أن الطاقم الأرضي يرتدي واقيات الأذنين لتجنب تضرّر السمع.

تحقّق بنفسك

يمكنك أن تشعر باهتزازاتِ الصوت بواسطة بالونٍ وراديو. شغل الراديو واحمل بالونا على بعد 10 سم من المجهار. يهتزّ الهواء في البالون بفعل اهتزازات الصوت.

سرعة الصوت

تختلف سرعة الموجات الصوتية باختلاف الموادّ التي تنتقل فيها. فهي تنتقل في الجوامد بسرعة أكبر من سرعة انتقالها في السوائل، وفي السوائل أسرع مما في الغازات.

تبلغ سرعة الموجات الصوتية عند انتقالها عبر الهواء الجافّ، عند 0°م، 331 متراً في الثانية. تزداد هذه السرعة بارتفاع درجة حرارة الهواء وتتناقص بانخفاضها.

السرعة التي تفوق سرعة الصوت في الظروف نفسها تسمّى **سرعة فوق صوتيّة**، وتسمّى تلك التي تقلّ عنها **سرعة دون صوتية**.

عندما تبلغ الطائرة السرعة فوق الصوتية، تصدر فرقعة مدوّية تسمّى دويّ جدار الصوت. وفي هذه الصورة يمكن رؤية الموجات الصوتية عندما تحدث اضطراباً في الهواء الضبابي.

يبلغ صوت الطائرة عندما تحطّ نحو 120 دسيبل.

الأصداء

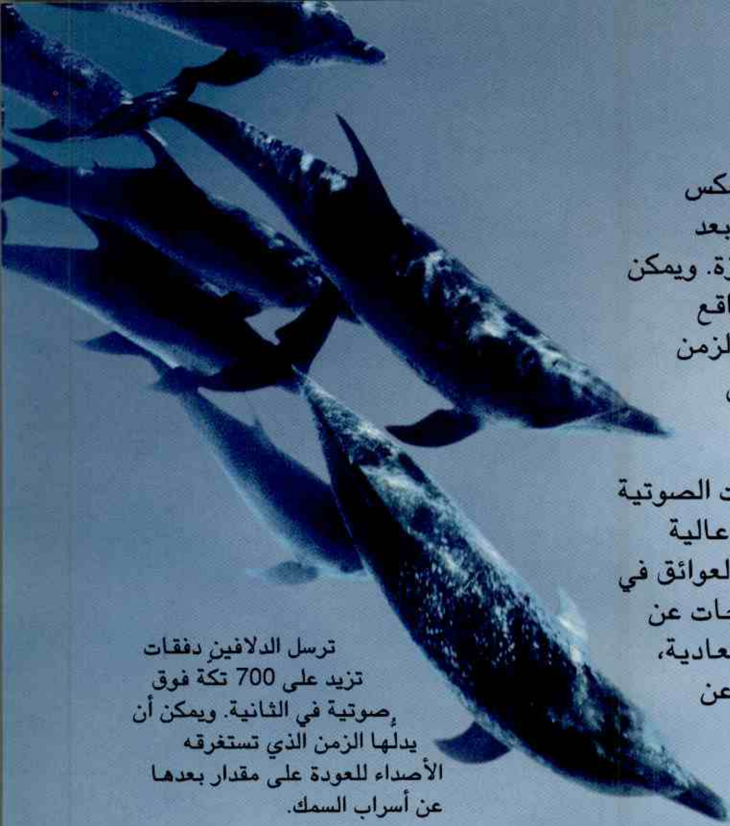
الأصداء موجات صوتية تنعكس (ترتد) عن سطح ما وتسمع بعد الصوت الأصلي بفترة وجيزة. ويمكن استخدام الصدى لإيجاد مواقع الأشياء. ويتم ذلك بتوقيت الزمن المنقضي لعودة الأصداء إلى مصدرها.

تُستخدم في الغالب الموجات الصوتية فوق السمعية لأن الموجات عالية التردّد يقلّ انحناؤها حول العوائق في مسارها. ويقل انتشار الموجات عن انتشار الموجات الصوتية العادية، وتعطي معلومات أكثر دقّة عن السطح الذي يعكسها.

عندما تستخدم حيوانات مثل الخفافيش والدلافين الأصداء، يسمّى ذلك **تحديد الموقع بالصدى**، وهي تستخدمه لمعرفة طريقها أو لتحديد مكان فريستها.

السونار اسم تُعرف به الطريقة التي تستخدمها السفن لقياس عمق الماء، أو للكشف عن الأجسام تحت الماء، مثل حُطام السفن أو أسراب السمك. وتسجّل الأصداء على أجهزة على متن السفينة.

ترتد الموجات فوق السمعية التي تصدرها السفينة عن الحطام. يقيس حاسوب زمن الأصداء لتحديد موقع الحطام.



ترسل الدلافين دفقات تزيد على 700 تكة فوق صوتية في الثانية. ويمكن أن يدلها الزمن الذي تستغرقه الأصداء للعودة على مقدار بعدها عن أسراب السمك.

تستخدم الأصداء أيضاً في **التفرّس فائق الصوت** لمعرفة ماذا يوجد بداخل الجسم – مثل فحص نموّ جنين في رحم أمه. تعكس العظام والعضلات والدهن الموجات فوق السمعية بأشكال مختلفة. ويستخدم الحاسوب هذه المعلومات لصنع الصورة.

تفريسة فائقة الصوت لطفل لم يولد بعد

ارتباطات الانترنت

- شاهد فيلما عن الصوت.
www.brainpop.com/science/sound/sound/index.weml
- أجر مسابقة في الصوت تحت الماء.
www.pbs.org/wgbh/nova/subsecrets/sounds.html#02
- اعرف لماذا يحدث دويّ جدار الصوت بمساعدة زورق سريع.
www.howstuffworks.com/question73.htm
- كيف تستخدم الخفافيش تحديد الموقع بالصدى.
members.aol.com/obcbats/ecolocation.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الآلات الموسيقية

تعمل الآلات الموسيقية بإصدار موجات صوتية. ويؤثر شكل الآلة وحجمها والمادّة المصنوعة منها على الصوت. تضمّ بعض الآلات صندوق صوت يطن. وذلك يعني أنه يهتزّ عند تردّد اهتزازات الهواء التي يصدرها الصوت الأصلي نفسها، ما يجعل الصوت أكثر امتلاءً وغنىً.

البوق الفرنسي آلة نفخية، يهتزّ الهواء بداخلها فيصدر الصوت.

أنواع الآلات

يمكن تقسيم الآلات الموسيقية إلى مجموعات تبعاً لطريقة إصدارها للأصوات. **الآلات الوترية**، مثل الهارب والكمان، لها أوتار مشدودة تهتزّ عند نقرها أو تزليق قوس عليها. وتهتزّ الأوتار داخلِ البيانو عندما تضرب بمطارق مغطاة باللبّاد يُتحكم بها بواسطة مفاتيح. ويزداد ارتفاع الصوت كلما ازداد اهتزاز الأوتار.

تصنع خيوط قوس الكمان من شعر الحصان. وهي تنزلق على الأوتار فتجعلها تهتزّ.

الآلات النفخية تعمل بجعل عمود من الهواء يهتزّ بداخلها. وتنتج الاهتزازات بطرق مختلفة. مثال ذلك، في الترومبيت، تهتزّ شفتا العازف في فمويّة تشبه الكوب. وتكبّر هذه بعد ذلك، أو تضخّم، بواسطة الأنبوب والنهاية الجرسية للآلة.

كان للترومبيت القديمة أنابيب مستقيمة طويلة. وفي الترومبيت الحديثة، مثل هذه، يلتفّ الأنبوب ما يسهّل حمله.

للكلارينت والمزمار فمويّة تحتوي على قطعة قصب أو اثنتين. وهما تهتزان عندما يهبّ الهواء ويتجاوزهما.

ينقل جسر هذا الكمان الاهتزازات من الأوتار إلى جسم الآلة (صندوق صوتها).

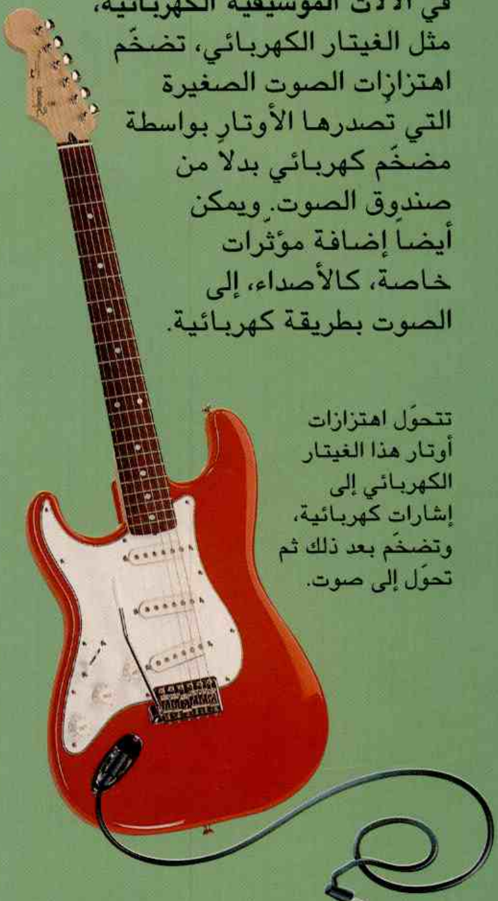
يطنّ صندوق الصوت ما يجعل الصوت أكثر امتلاءً وغنىً.

الآلات النقرية تُصدر الصوت عندما تُضرب أو تحكّ أو ترجّ. للطبل مثلاً رقّ مشدود تنقره بيدك أو بعصا. يهتز الهواء داخل الطبل بفعل اهتزاز الجلد، ويضخّم الصوت بسبب شكل الطبل المجوّف.

تطن اهتزازات رقّ الطبل داخل الطبل وتضخّم.

الآلات الموسيقية الكهربائية

في **الآلات الموسيقية الكهربائية**، مثل الغيتار الكهربائي، تضخّم اهتزازات الصوت الصغيرة التي تصدرها الأوتار بواسطة مضخّم كهربائي بدلاً من صندوق الصوت. ويمكن أيضاً إضافة مؤثرات خاصة، كالأصداء، إلى الصوت بطريقة كهربائية.



تتحوّل اهتزازات أوتار هذا الغيتار الكهربائي إلى إشارات كهربائية، وتضخّم بعد ذلك ثم تحوّل إلى صوت.

الصوت المركّب

مركّب الصوت جهاز يخزّن الموجات الصوتية بمثابة كود ثنائي* في ذاكرته الإلكترونية. ويستطيع المركّب إعادة إنتاج الصوت بتحويل كود الصوت إلى تيّار كهربائي وإرساله إلى مجهار (مكبّر صوت).

يمكن خزن أصوات الآلات الموسيقية، فضلاً عن أصوات أخرى، مثل نباح الكلاب، ككود ثنائي وإعادة إنتاجها بواسطة مركب الصوت.

يحتوي مركّب الصوت المزوّد بلوحة مفاتيح على كود ثنائي لموجات صوتية لعدة آلات موسيقية مختلفة.

*كود ثنائي، 238؛ هرتز 203.

طبقة الصوت

يسمّى ارتفاع الصوت أو انخفاضه **طبقة الصوت**. الموجات الصوتية ذات التردّدات العالية تنتج أصواتاً ذات طبقة عالية، أما المنخفضة التردّد فتُنتج أصواتاً ذات طبقة منخفضة. مثال ذلك، **النغمة** المسمّاة **سي متوسّطة**، وهي السي الأقرب إلى وسط لوحة مفاتيح البيانو، يبلغ تردّدها نحو 262 هرتز*. وللسي التالية فوقها تردد أعلى يبلغ نحو 523 هرتز.

يؤثّر حجم الآلة على طبقة النغمات التي تعزف عليها. مثال ذلك، في الآلة الموسيقية الوترية، كلما ازداد طول الوتر، انخفضت طبقة الصوت. ولذلك يصدر الكمان الجهير أكثر نغمات الكمان انخفاضاً.

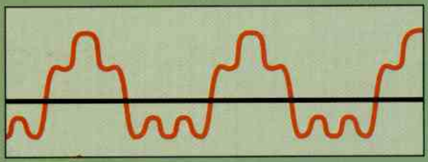
للهارب أوتار تهتزّ عند نقرها. تصدر الأوتار مختلفة الأطوال أنغاماً ذات طبقات مختلفة.

يستطيع العازفون تغيير طبقات الأصوات التي تصدرها آلة موسيقية ما. مثال ذلك، يضغط عازف الغيتار أو الكمان على الأوتار، فيقصرّ ذلك طول الوتر الذي يمكن أن يهتز، لذا يُصدر أنغاماً أعلى. وفي الفلوت أو الركوردر، يغطي العازف الثقوب أو يكشفها. يغيّر ذلك طول عمود الهواء الذي يمكن أن يهتزّ بداخله، ومن ثم يغيّر النغمات الصادرة.

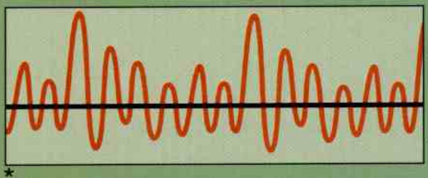
الضغط على مفاتيح هذا الفلوت يغطي الثقوب. وذلك يطيل عمود الهواء، لذا يخفض طبقة النغمة.

التوافقيّات

تُنتج معظم الآلات الموسيقية موجات صوتية معقدة ذات أصوات عالية وهادئة ممزوجة. تسمّى هذه الأصوات **توافقيّات**. وهي تمنح الآلة الموسيقية نوعية صوتها الفردي أو **طابعه**.



في رسمة الموجة الصوتية تبدو التوافقيّات مثل موجات صوتية صغيرة إضافية. يُظهر هذا الرسم الموجات التي تصدرها آلة موسيقية ما.



هذه الموجات الصوتية للنغمة نفسها معزوفة بآلة موسيقية مختلفة.

تحقّق بنفسك

جرّب النفخ عبر أعلى قنينة فارغة مفتوحة. إذا قمت بذلك بشكل صحيح، تجعل عمود الهواء يهتز داخل القنينة مصدراً نغمة موسيقية. صبّ الآن بعض الماء في القنينة وانفخ ثانية. يُقلل الماء حجم عمود الهواء، لذا تكون النغمة الصادرة أعلى.

ارتباطات الانترنت

- استمع إلى آلات موسيقية مختلفة.
www.datadragon.com/education/instruments/
- شاهد آلات موسيقية مختلفة واستمع إليها في أوركسترا، أو انقر على «Sound is energy» لتتعلم عن فيزياء الصوت.
tqjunior.thinkquest.org/5116/
- موقعان يشرحان كيف يعمل الغيتار.
www.si.edu/lemelson/guitars/
www.howstuffworks.com/guitar4.htm
- تحتوي هاتان الصفحتان على معلومات وأنشطة عن الصوت والنقر.
www.stomponline.com/activity.html
www.stomponline.com/percuss4.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

إعادة إنتاج الصوت

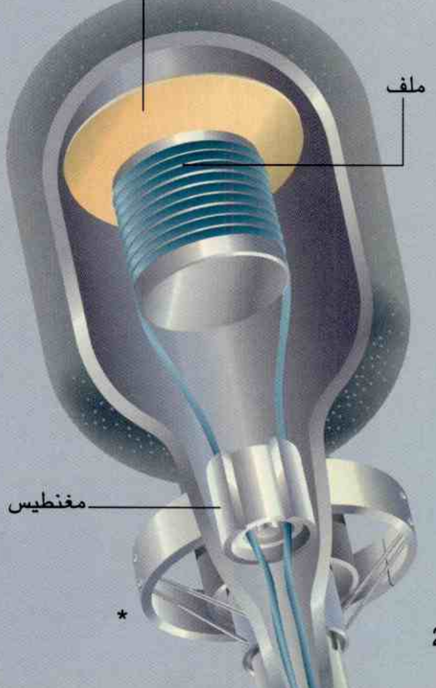
يمكن تسجيل الأصوات وتخزينها بتحويل الطاقة الصوتية إلى طاقة كهربائية، ثم الاستماع إليها في وقت لاحق. ويمكن بهذا الشكل إرسال الأصوات أيضاً إلى مسافات بعيدة، على الإنترنت مثلاً.

غراموفون قديم صنع في تسعينيّات القرن التاسع عشر. الأثلام في القرص تجعل الإبرة تهتزّ، ما ينشىء موجات صوتيّة يتم تضخيمها بواسطة البوق.

الميكروفونات

تُحوَّل الأصوات إلى تيار كهربائي بواسطة جهاز يدعى **الميكروفون**. وهو يحتوي على قرص معدني يدعى **الحجاب** متصّل بمغنطيس كهربائي*، أي ملف سلكي ومغنطيس حلقي الشكل.

عندما تصطدم الموجات الصوتية بالحجاب يهتزّ بتردّد* الموجات نفسه ويدفع الملف السلكي إلى الاهتزاز. عندما يتحرك الملف قرب المغنطيس، ينشىء تيّاراً كهربائيًّا يسري في السلك. ويتفاوت التيار المنتج وفقاً لحجم الموجات الصوتية وتردّدها.



المجاهير

يحوّل **المجهار** التيّار الكهربائي القادم من مصدر مثل الميكروفون إلى موجات صوتية ثانية. يوجد داخل المجهار مغنطيس كهربائي. عندما يسري التيار عبر ملف المغنطيس الكهربائي، يصبح مغنطيسيًّا. ويتصل الملف بحجاب ورقي مخروطي الشكل.

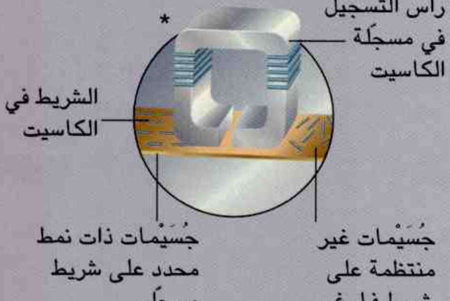
عندما يسري تيّار متفاوت ناتج عن موجة صوتية عبر ملف، فإن القوّة الموجودة بين المجال المغنطيسي للملف ومجال المغنطيس تدفع الملف والحجاب إلى الاهتزاز.

يهتزّ الهواء الموجود أمام الحجاب فينشىء موجات صوتية لها تردّد الصوت الأصلي نفسه.

مسجِّلات الكاسيت

في **مسجِّلة الكاسيت** تسجّل الأصوات كنمط من جسيمات أكسيد الحديد أو أكسيد الكروم الممغنطة على شريط بلاستيك.

يتم ذلك بواسطة قطعة تُدعى **رأس التسجيل**، وهي مغنطيس كهربائي. يمرّ تيار متغيّر تُنتجه الموجة الصوتية من الميكروفون عبر ملفّ سلكي في رأس التسجيل. يسبّب ذلك اهتزازات في المجال المغنطيسي للرأس ما يرتب الجسيمات المعدنية على الشريط بأنماط مختلفة.

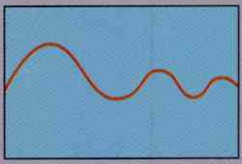


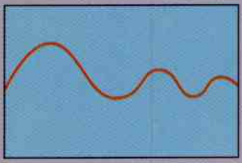
يُمكن قراءة أنماط الجسيمات الموجودة على الشريط بواسطة قطعة تدعى رأس الاستماع. وهي تنتج تياراً متغيراً يحوّل ثانية إلى صوت بواسطة المجهار.

*تردد، 203؛ مغنطيس كهربائي، 233.

التسجيل القياسي

ينتج التيار المتغيّر الصادر من الميكروفون نمطاً متغيّراً من الجسيمات المغنطيسية على شريط الكاسيت. وذلك تسجيل متواصل لموقع حجاب الميكروفون فيما يتذبذب إلى الأمام والخلف استجابة للموجات الصوتية، وهو مثال على **التسجيل القياسي (النظيري)**.


الموجة الصوتية الأصلية


موجة صوتية قياسية مسجلة

ثمة مشكلة في التسجيلات القياسية وهي أنها قد تتغير بالاستخدام المتكرّر. مثال ذلك، تحدث رؤوس الاستماع في مسجلة الكاسيت بلى تدريجيًا للجسيمات المغنطيسية على الشريط. ويعني ذلك أن الصوت المسموع لا يعود مثل الصوت الأصلي الذي كان مسجّلاً.

تحقّق بنفسك

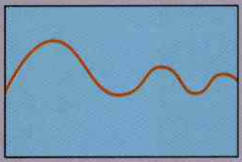
يمكنك سماع تأثير المغنطيسية على شريط إذا سجلت شيئاً على كاسيت فارغ. أرجع الشريط إلى البداية وأخرج الكاسيت من الآلة. أخرج قسماً من الشريط ومرر مغنطيسا فوقه بضع مرات. لف الشريط لإعادته إلى الكاسيت واستمع إليه.

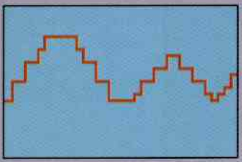
تجد أن المغنطيس أعاد ترتيب الجسيمات على الشريط وشوه الصوت.

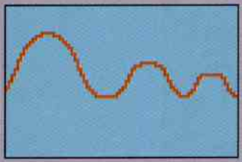
التسجيل الرقمي

في **التسجيل الرقمي**، يتم التعبير عن التيار الكهربائي الذي يمثل الصوت بكود مكوّن من رقمي 0 و1 (الكود الثنائي*). ويتم ذلك بقياس التيارِ عند نقاط مختلفة. وهي عملية تدعى **الاعتيان**.

كلما ازدادت النقاط المنتقاة، اقترب التسجيل أكثر من الصوت الأصلي عند الاستماع إليه. مثال ذلك، في تسجيل الأقراص المدمجة (CDs)، تؤخذ 44100 عيّنة لكل صوت. يُنتج ذلك تسجيلاً **عالي الأمانة**، أي تسجيلاً شبيهاً جدًّا بالصوت الأصلي.


موجة صوتية قياسية


موجة صوتية رقمية متدنية الأمانة

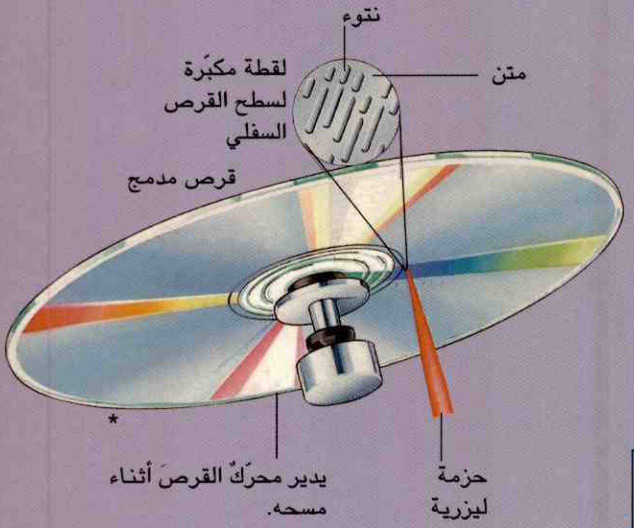

موجة صوتية رقمية عالية الأمانة

في التسجيل الصوتي، تستخدم سلسلة الأرقام نفسها لصنع الصوت كلما أعيد الاستماع إليه. وذلك يعني أنه مماثل دائما لما كان عليه عند تسجيله لأول مرّة، ويُسمّى ذلك **استعادة الصوت التامّة**.

يمكن خزن المعلومات المسجّلة بطريقة رقمية كملف في الحاسوب، وتستخدم بعدئذ بطرق عديدة، كأن تنقل إلى قرص مدمج أو ترسل عبر الإنترنت.

الأقراص المدمجة

يَستخدم **القرص المدمج (CD)** طرقاً رقمية لخزن الصوت أو معلومات أخرى. يمثل الكود الثنائي على سطح القرص بواسطة **نتوءات** دقيقة ومناطق منبسطة تدعى **المتن**.



تمسح حزمة ليزرية داخل لاعب الأقراص المدمجة الوجه السفلي اللامع من القرص. ينعكس الضوء الذي يصطدم بالمتن إلى كاشف حسّاس للضوء يُنتج نبضة تيار تقرأ بمثابة الرقم الثنائي 1. ويتبعثر الضوء الذي يصطدم بنقرة فلا ينتج نبضة، لذا يُقرأ 0. ويُحوّل دفق النبضات الرقمية إلى صوت بواسطة المجهار.

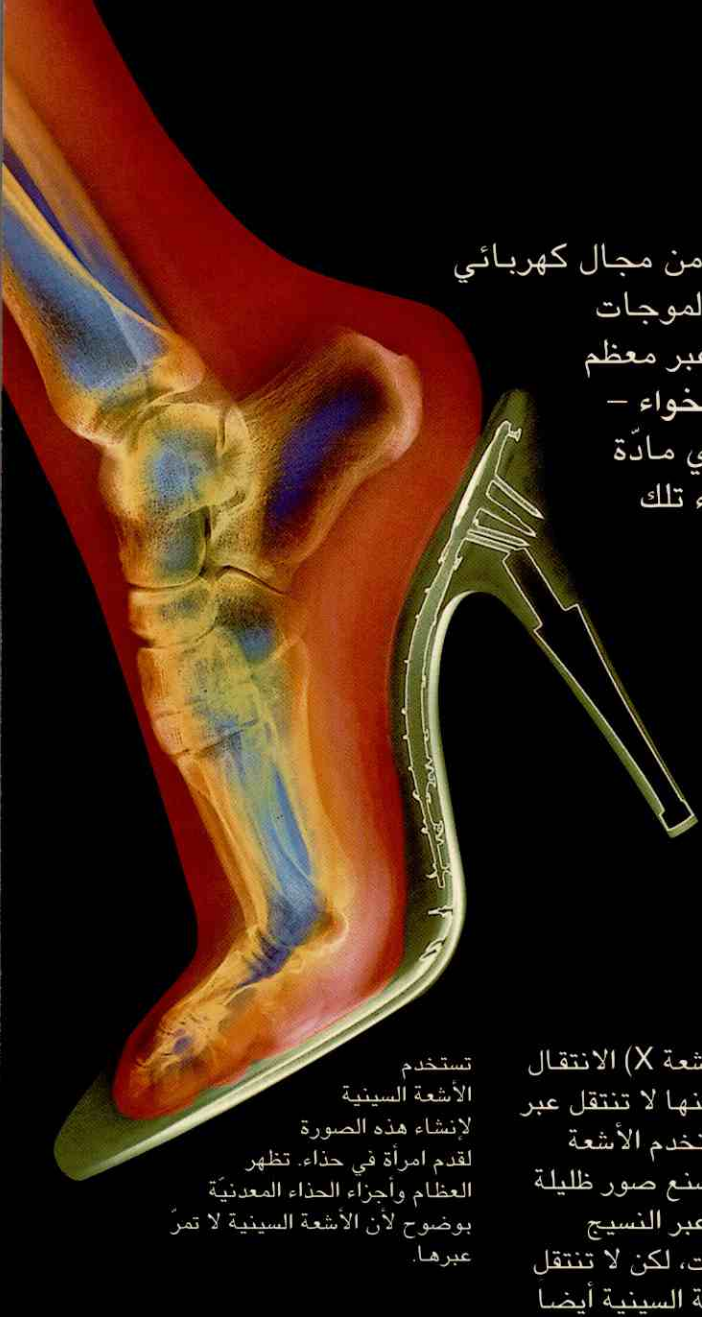
ارتباطات الانترنت

- استعرض المواقع التالية لتعرف كيف تعمل الأقراص المدمجة ولاعباتها والمسجّلات وأقراص DVD.
  www.howstuffworks.com/cd.htm
  www.howstuffworks.com/cassette.htm
  www.brainpop.com/tech/musicandsound/cd/index.weml
  micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/cd/
  www.discoverengineering.org/eweek/cool_things/cd/index.htm
- كيف تعمل التسجيلات القياسية والرقمية.
  www.howstuffworks.com/analog-digital.htm
- تكنولوجيا أسطوانات الفينيل مقارنة بالأقراص المدمجة.
  ericir.syr.edu/Projects/Newton/11/cdlp.html
- رسوم متحرّكة توضح كيفية عمل المجهار.
  micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/speaker/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*كود ثنائي، 238.

الموجات الكهرمغنطيسية



الموجات الكهرمغنطيسية موجات مستعرضة* تتكوّن من مجال كهربائي ومجال مغنطيسي دائمي التغيّر. وعلى غرار الموجات الميكانيكية، تستطيع الموجات الكهرمغنطيسية الانتقال عبر معظم الجوامد والسوائل والغازات. ويمكنها الانتقال أيضاً عبر **الخواء** – وهو الفضاء الفارغ الذي لا توجد فيه جُسَيْمات هواء أو أي مادّة أخرى. وكل الموجات الكهرمغنطيسية غير مرئية باستثناء تلك التي تكوّن الضوء.

الطيف الكهرمغنطيسي

يُعرف المدى الكامل للموجات الكهرمغنطيسية المرتبة وفقاً لطولها الموجي* وتردّدها* **بالطيف الكهرمغنطيسي**. في أحد الطرفين توجد موجات ذات طول موجي قصير وتردّد عالٍ، وفي الطرف الثاني توجد موجات ذات طول موجي طويل وتردّد منخفض. وهي تنتقل بالسرعة نفسها 300 000 كيلومتر في الثانية تقريباً. وتعرف تلك السرعة **بسرعة الضوء**.

أشعّة غاما

تستخدم أشعة غاما لتعقيم هذا الملقط الجراحي.

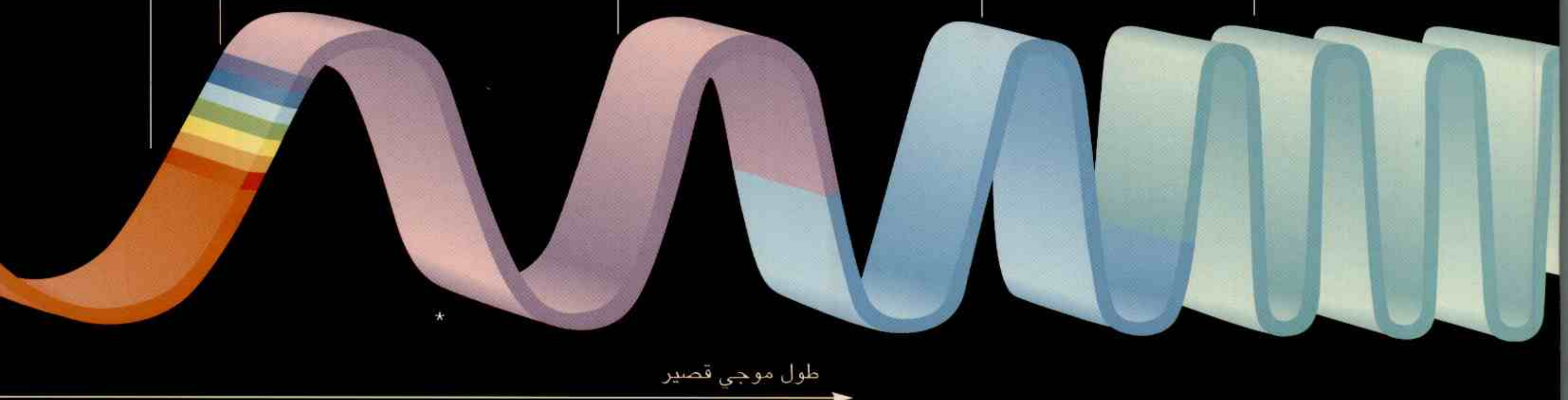
أشعَة غاما موجات قصيرة عالية التردد. يمكن أن تقتل الخلايا الحيّة، وتستخدم لتعقيم الأدوات الطبية بالقضاء على الجراثيم الموجودة عليها.

الأشعّة السينية

تستطيع **الأشعة السينية** (أشعة X) الانتقال عبر معظم المواد الطريّة، لكنها لا تنتقل عبر المواد الصلبة الكثيفة. وتستخدم الأشعة السينية في المستشفيات لصنع صور ظليلة لأجزاء الجسم. وهي تنتقل عبر النسيج الطريّ، مثل الجلد والعضلات، لكن لا تنتقل عبر العظم. وتستخدم الأشعة السينية أيضا في أمن المطارات لفحص ما قد يكون مخبّأ في أمتعة الناس.

تستخدم الأشعة السينية لإنشاء هذه الصورة لقدم امرأة في حذاء. تظهر العظام وأجزاء الحذاء المعدنيّة بوضوح لأن الأشعة السينية لا تمرّ عبرها.

الطيف الكهرمغنطيسي



*تردّد، طول موجي، موجات مستعرضة 203.

الأشعة فوق البنفسجية

كريمات الشمس تحمي الجلد بدرء الأشعة فوق البنفسجية الضارَة.

للأشعة فوق البنفسجية طاقة أكبر من طاقة الضوء المرئي (أنظر أدناه) ويمكن أن تسبِب حدوث تفاعلات كيميائية.

مثال ذلك، تتسبب الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس في زيادة إنتاج الجلد لمادة كيميائية سمراء تدعى **الميلانين**. ويؤدي ذلك إلى اسمرار الجلد. وقد ينتج عن فرط التعرّض إلى الأشعة فوق البنفسجية ارتفاع مستوى الميلانين، ما يؤدي إلى سرطان الجلد.

الضوء المرئي

ثمة قسم ضيّق في الطيف الكهرمغنطيسي يستطيع البشر رؤيته. يسمى ذلك **طيف الضوء المرئي**. ويمكنك إيجاد مزيد من المعلومات عن الضوء المرئي وطريقة سلوكه في الصفحات 214 – 217 .

الأشعة تحت الحمراء

تصدر **الأشعة تحت الحمراء** عن أيَ شيء ساخن، مثال ذلك، تنتقل الحرارة الصادرة من الشمس إلى الأرض على شكل أشعة تحت حمراء.

الموجات الراديوية

الموجات الراديوية هي تلك التي لها أطول طول موجي وأدنى تردّد. ويمكنك قراءة المزيد عنها في الصفحة 226.

الموجات الميكروية موجات راديوية ذات طول موجي قصير نسبيًا. ومن السهل التحكم فيها وتوجيهها. ولها كثير من الاستعمالات المختلفة.

في الفرن العادي، تمرّ الحرارة من الجزيئات الموجودة عند حافة الطعام إلى الجزيئات الموجودة في وسطه. أما أفران الموجات الميكروية (ميكروويف) فتعمل بجعل كل الجزيئات الموجودة في مادّة غذائية تهتز في الوقت نفسه، ما يؤدي إلى تسخين الطعام وطهيه بسرعة أكبر.

فرن موجات ميكروية (ميكروويف) (منظر داخلي)

الرادار

يستخدم الرادار (مختصر عبارة angingadio detection and rr وتعني الكشف وتحديد المدى الراديوي) الموجات الميكروية لتحديد موقع الأجسام البعيدة، مثل السفن والطائرات. يُصدر جهاز الإرسال حزمة من الموجات الميكروية التي تنعكس عن الجسم الصُلب ويلتقطها ثانية جهاز الاستقبال. تحوّل هذه المعلومات إلى صورة على شاشة تبيِّن بُعد الجسم واتجاهه.

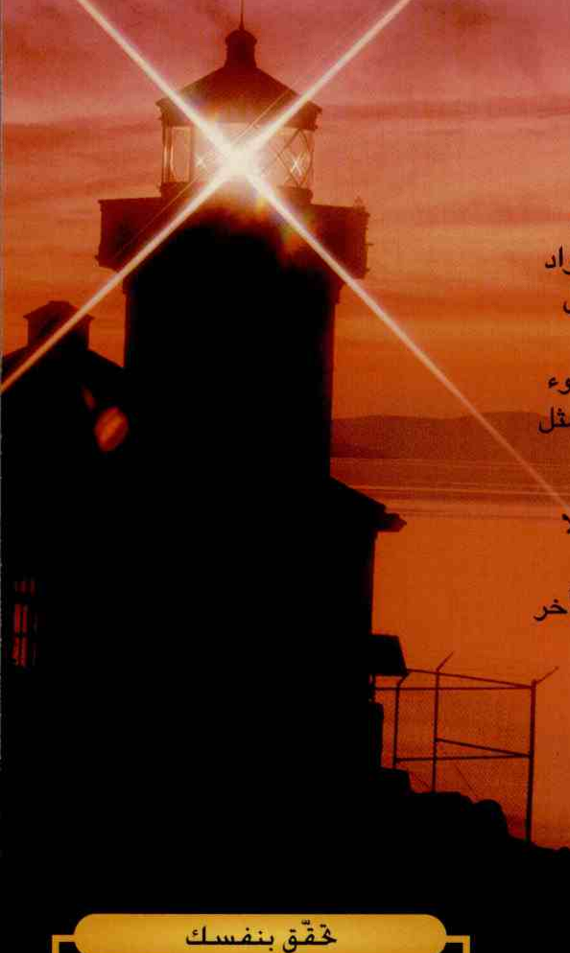
تستطيع أطباق المقاريب (التلسكوبات) الراديوية، مثل هذا الطبق، التقاط الموجات الميكروية التي تنتقل من النجوم والكواكب البعيدة. ويمكنها كشف أشياء داكنة جدا أو بعيدة جدًا لا يمكن رؤيتها بالمقاريب العادية.

ارتباطات الانترنت

- تحتوي هذه المواقع الثلاثة على كثير من المعلومات المفيدة عن الموجات.
  imagers.gsfc.nasa.gov/ems/waves.html
  www.darvill.clara.net/emag/index.htm
  www.purchon.com/physics/electromagnetic.htm
- جرِّب نشاط أشعة سينية ثم انقر على "Electromagnetic Radiation" للقراءة عن فيزياء الأشعة السينية.
  www.colorado.edu/physics/2000/index.pl?Page=xray/index.html
- اعرف كل ما يتصل بالأشعة تحت الحمراء واستخداماتها في علم الفلك.
  www.ipac.caltech.edu/Outreach/Edu/
- تعلّم كيف يستخدم الضوء في دراسة مختلف أنواع الأشياء واختبارها.
  www.lbl.gov/MicroWorlds/Contents/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

الضوء والظلّ



يدور الفنار في هذه المنارة فيصدِر ضوءاً ساطعاً شديداً يصل إلى السفن على بعد عدة كيلومترات في عرض البحر.

الضوء شكل من أشكال الطاقة، وهو يتكوّن من موجات كهرمغنطيسية تمثّل قسماً من الطيف الكهرمغنطيسي*. يسمّى هذا القسم الضوء المرئي لأن بالإمكان رؤيته.

الضوء

الموجات الضوئية نوع من الموجات المستعرضة*، وهي، على غرار الموجات الأخرى، تنقل الطاقة من مصدر ما إلى محيطه.

ويقال عن أيّ جسم يُصدر الضوء، كالشمس أو مصباح الضوء، إنه **مضيء**. ومعظم الأجسام غير مضيئة ولا ترى إلا لأنها تعكس الضوء الوارد إليها من جسم مضيء. مثال ذلك، لا يُرى القمر إلا عندما ينعكس عليه الضوء الصادر من الشمس.

ينعكس الضوء الصادر من الشمس على سطح القمر ما يجعله مرئياً.

الظلال

تسمح المواد المختلفة بمرور كميّات مختلفة من الضوء عبرها. يُقال للمواد التي تسمح بمرور الضوء كاملاً، مثل الزجاج النقي، إنها **شفافة**. ويقال للمواد التي تسمح بمرور بعض الضوء عبرها فقط إنها مواد **شبه شفافة**، مثل الزجاج المسنْفَر.

عندما يلمع الضوء على جسم **كَمِد**، لا تستطيع الموجات المرور عبره، لذا تتشكل منطقة داكنة على الجانب الآخر تدعى **ظلاً**.

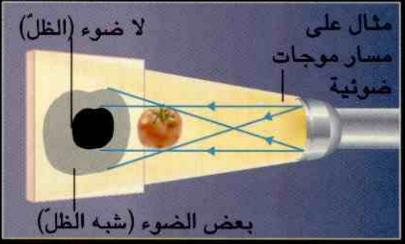
لا يستطيع الضوء المرور خلال الكرة، لذا يتشكل ظلّ.

تُصدِر بعض الأجسام المضيئة ضوءاً أكثر من غيرها. ويسمّى مستوى السطوع **شدّة الضياء**. وكلما ابتعدت عن مصدر الضوء تدنت شدّته. ومردّ ذلك أن الموجات الضوئية تتشتّت بعيداً عن المصدر.

يعطي المشعل الكهربائي الساطع ضوءاً أشدّ مما تعطيه الشمعة الصغيرة.

يخبو الضوء عندما تقلّ اهتزازات الموجات الضوئية بالتدريج.

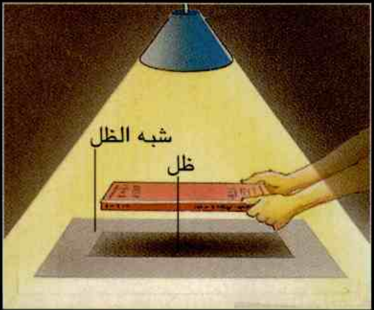
تُسقط الأجسام الكمِدة نوعين من الظلال، إذا لم يصل ضوء إلى منطقة ما، يتشكل ظلّ داكن يُسمّى **الظلّ** (أو **سويْداء الظلّ**). وإذا وصل بعض الضوء إلى منطقة ما، يتشكل ظل رماديّ يسمّى **شبه الظل** ويتشكل حول حافة الظلّ نفسه. وكلما كان مصدر الضوء أصغر، ازداد الظلّ وقلّ شبه الظل.



مثال على مسار موجات ضوئية

تحقّق بنفسك

لرؤية نوعين مختلفين من الظل، احمل كتاباً فوق قطعة ورق بيضاء تحت ضوء المصباح. لاحظ أنواع الظلال التي يسقطها. إذا قرّبت الكتاب من الورقة تشاهد مزيداً من الظلّ وقليلاً من شبه الظلّ.



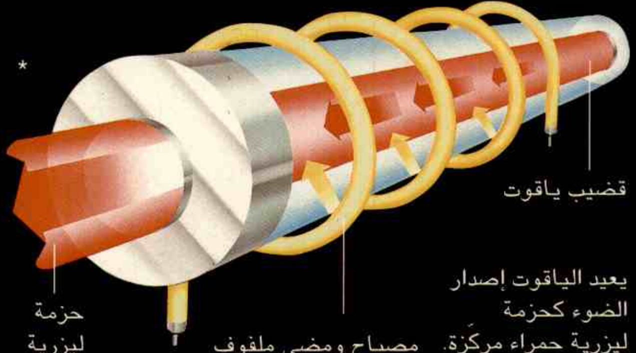
*طيف كهرمغنطيسي، 212 – 213؛ موجات مستعرضة، 203.

الليزر

يتكوَّن الضوء المرئي من عدة ألوان ذات أطوال موجية* وتردّدات* مختلفة. وثمة آلات، تدعى ليزر، تنشىء حزمة ضوء كثيف ذي لون صرف وطول موجي واحد وتردّد واحد.

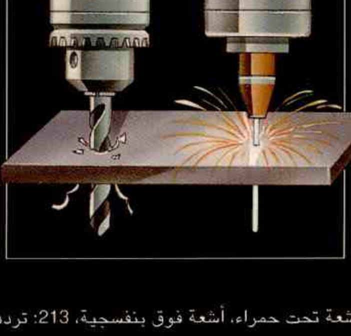
في الليزر البسيط، يمتصّ قضيب من الياقوت الطاقة الضوئية الصادرة من مصباح ضوئي. تكتسب ذرّات الياقوت الطاقة وتصدر دُفعات من ضوء ذي طول موجي وتردّد محدّدين. تتسبّب كل دفعة ضوء في جعل ذرّات أخرى في الياقوت تصدر موجات ضوئية من النوع نفسه تماماً.

في هذا الليزر، يمتصّ قضيب ياقوت الضوء من مصباحٍ ومضيٍ ملفوف.



تكون الموجات في حزمة الليزر **مترابطة**. ويعني ذلك أنها تنتقل معاً في خطوة واحدة لأن كل شيء فيها متطابق. وتبقى معاً في حزمة ضيّقة متركزة، ما يسهّل توجيهها.

تصدر بعض الليزرات القويّة حزماً شديدة الحرارة من الضوء تحت الأحمر *. وتستخدم هذه في الصناعة لصهر الفلزات والماس وغيرها من الموادّ المتينة. وتستخدم ليزرات أقل قوّة في بعض أنواع جراحة العيون، مثل إعادة شبكية مفصولة إلى مكانها. يصنع الليزر ندبة حرارية صغيرة تلحم القسم المفصول في مكانه.



يحدث المثقاب (إلى اليمين) ثقبا خشنا في الفلز وينتج براية مبدّدة.

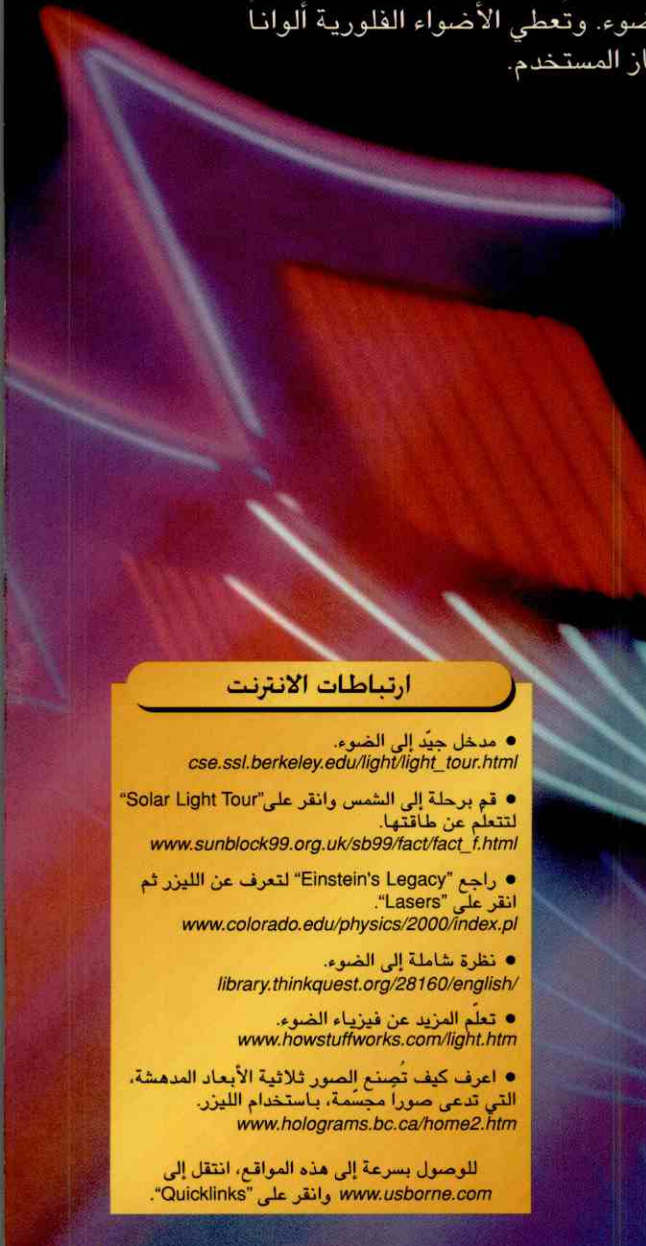
بالمقابل، تصهر الحزمة الليزرية ثقبا نظيفا.

التَفَلُور (الفَلُورة)

تمتصّ بعض المواد الطاقة، مثل الكهرباء والأشعة فوق البنفسجيّة*، وتصدرها بمثابة ضوء، وهي تدعى المواد **المتفلورة**. وتستخدم على نطاق واسع في الإعلانات والدهانات لأنها تجعل الألوان تبدو كأنها تتوهّج.

غسل هذا القميص بمسحوق غسيل يحتوي على مواد متفلورة تمتص الأشعة البنفسجية من الشمس ما يجعل الثياب البيضاء تبدو أكثر بياضا.

تتكون الأضواء الفلورية من أنبوب مملوء بغاز مثل النيون. عندما تمرّ الكهرباء خلال الأنبوب فإنها تعطي طاقة إلى جسيمات الغاز، فتصدر هذه الأخيرة طاقتها الجديدة بمثابة ضوء. وتعطي الأضواء الفلورية ألوانا مختلفة تبعاً للغاز المستخدم.



تملأ هذه المصابيح الملوّنة بغازات متفلورة.

ارتباطات الانترنت

- مدخل جيّد إلى الضوء. cse.ssl.berkeley.edu/light/light_tour.html
- قم برحلة إلى الشمس وانقر على "Solar Light Tour" لتتعلم عن طاقتها. www.sunblock99.org.uk/sb99/fact/fact_f.html
- راجع "Einstein's Legacy" لتعرف عن الليزر ثم انقر على "Lasers". www.colorado.edu/physics/2000/index.pl
- نظرة شاملة إلى الضوء. library.thinkquest.org/28160/english/
- تعلّم المزيد عن فيزياء الضوء. www.howstuffworks.com/light.htm
- اعرف كيف تُصنع الصور ثلاثية الأبعاد المدهشة، التي تدعى صورا مجسّمة، باستخدام الليزر. www.holograms.bc.ca/home2.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*أشعة تحت حمراء، أشعة فوق بنفسجية، 213؛ تردد 203؛ طول موجي، 203.

اللَّون

يتشكَّل قوس قزح، كهذا، عندما يسقط الضوء على قطيرات الماء في الهواء ويتفرَّق إلى ألوانه المنفصلة.

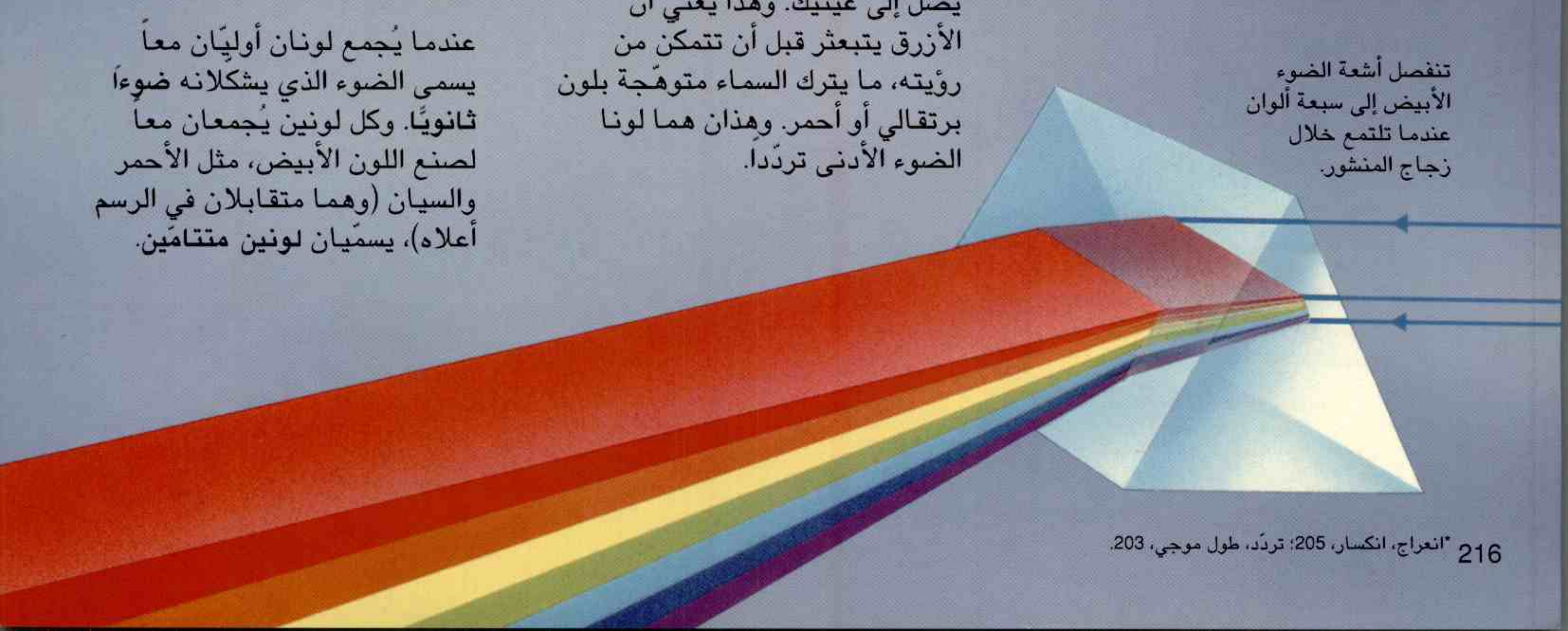
يبدو الضوء المرئي عديم اللون. وهو يُسمَّى أيضاً **الضوء الأبيض**. لكنه في الواقع يتكوَّن من سبعة ألوان مختلفة: الأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والنيلي. ولكل لون طول موجي* وتردّد* مختلفان. وهي معاً تشكل **طيف الضوء المرئي**. وتسمى هذه الألوان **ألوان الطيف**.

التشتت

في سنة 1666، اكتشف العالِم إسحاق نيوتن أن الضوء الأبيض ينقسم إلى ألوان منفصلة. تسمَّى هذه العملية **التشتّت**. وقد شتّت الضوء باستخدام **منشور**، وهو جسم جامد شفاف ذو سطحين منبسطيْن يشكّلان زاوية معاً.

تعرض الصورة أدناه منشوراً. عندما يسقط الضوء على السطح الأول، تنحني (تنكسر*) الألوان بمقادير مختلفة. وذلك يشطر الضوء إلى ألوانه المنفصلة. ويتعرّض هذا الضوء المشتّت إلى مزيد من الانكسار عندما يصطدم بالسطح الثاني. وأكثر الألوان التي تنكسر هي تلك التي لها الطول الموجي الأقصر، وتحديداً الأزرق والنيلي.

يحدث قوس قزح نتيجة تشتّت يحدث في الطبيعة. تعمل جسيمات الماء في الهواء عمل المنشور فتفصل ضوء الشمس إلى ألوانه.



تنفصل أشعة الضوء الأبيض إلى سبعة ألوان عندما تلتمع خلال زجاج المنشور.

لون السماء

ينتج لون السماء عن تبعثر ضوء الشمس في الجو بواسطة جُسيمات صغيرة. فهي تعكس ضوء الشمس وتعرجه* فتبعثر الموجات الضوئية عالية التردّد، مثل الأزرق، أكثر من غيرها. وعندما تنظر إلى السماء تظهر زرقاء لأن بعض هذه الضوء الأزرق المشتَّت يصل إلى عينيك.

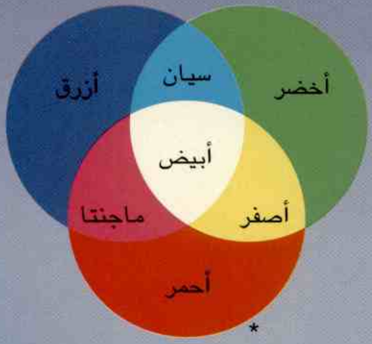
تنشأ الألوان المختلفة لسماء الليل هذه عن تبعثر الضوء.

عند الشروق والمغيب يكون على الضوء عبور مزيد من الجوّ قبل أن يصل إلى عينيك. وهذا يعني أن الأزرق يتبعثر قبل أن تتمكن من رؤيته، ما يترك السماء متوهّجة بلون برتقالي أو أحمر. وهذان هما لونا الضوء الأدنى تردّداً.

مزج الألوان

يمكن صنع أي لون للضوء تقريباً **بالمزج الجمعي**، أي باستخدام ائتلافات مختلفة من اللون الأحمر والأخضر والأزرق. ولهذا السبب يُسمى الأحمر والأزرق والأخضر **الألوان الأولية للضوء**.

الأحمر والأزرق والأخضر هي ألوان الضوء الأولية.



السيان والأصفر والماجنتا هي ألوان الضوء الثانوية.

عندما يُجمع لونان أوليّان معاً يسمى الضوء الذي يشكلانه **ضوءاً ثانويًا**. وكل لونين يُجمعان معاً لصنع اللون الأبيض، مثل الأحمر والسيان (وهما متقابلان في الرسم أعلاه)، يسمَّيان **لونين متتامَين**.

*انعراج، انكسار، 205؛ تردّد، طول موجي، 203.

رؤية الألوان

يمكنك رؤية الألوان عندما تكشف الخلايا الحسّاسة للألوان في عينيك الضوء المنعكس عن الأجسام.

تحتوي كل الأجسام الملوّنة والأصباغ على **خُضُب**. وهي موادّ تمتص ألواناً معيّنة وتعكس ألواناً أخرى. ويمكنك رؤية لون جسم ما لأنه يعكس ضوء ذلك اللون فقط. مثال ذلك، الزهرة الحمراء تعكس الضوء الأحمر وتمتصّ كل الألوان الأخرى في الطيف.

تبدو هذه القنينة زرقاء لأنها تعكس اللون الأزرق فقط وتمتصّ كل الألوان الأخرى.

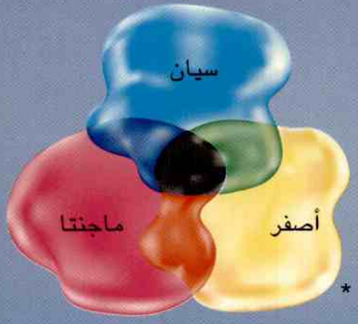
وتبدو الأجسام البيضاء بيضاء لأنها تعكس كل ألوان الضوء بشكل متساو. وتمتص الأجسام السوداء كل الألوان، لذا لا يكاد ينعكس أي لون ما يجعل الجسم يبدو أسود. ويسمى الأسود والأبيض لونان لا **لونيان (تدرّجات الرمادي)**.

الأرياش البيضاء لهذا البطريق تعكس كل الضوء الذي يسقط عليها.

وتمتص الأرياش السوداء كل الضوء الذي يسقط عليها.

مزج الخُضب

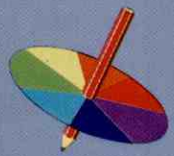
تُمزج الخُضب بعمليّة تدعى **المزج الطرحي** (المزج المُسْقط للألوان). مثال ذلك، يمتص الخضاب في الصباغ الأصفر الضوء الأزرق ويمتص الخضاب في الصباغ السياني الضوء الأحمر. لذا عندما تمزج الصباغين الأصفر والسياني، لا يعكس المزيج إلا الضوء الأخضر، ما يجعله يبدو أخضر. والألوان الأولية للخضب هي السيان والأصفر والماجنتا. أما الأحمر والأزرق والأخضر فهي الألوان الثانوية.



يمتزج خضابا السيان والماجنتا معاً لتشكيل اللون الأخضر لأنهما يمتصّان الأزرق والأحمر.

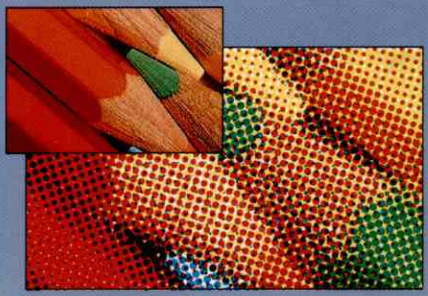
تحقّق بنفسك

يمكنك أن ترى كيف تصنع ألوان الطيف اللون الأبيض بصنع مدوّم ألوان. ارسم دائرة على قطعة ورق مقوّى. قص الدائرة وقسّمها إلى سبعة أقسام ولوّنها بألوان الطيف. اغرز قلماً في وسط الدائرة وأدره على الطاولة. عندما يدوّم يندمج الضوء الملوّن المنعكس عنه ليشكّل اللون الأبيض.



الطباعة بالألوان

تستخدم الطباعة بالألوان في الكتب والمجلات نقاط أحبار الماجنتا والأصفر والسيان إلى جانب الحبر الأسود لجعل الصور أشد حدّة. تسمّى هذه العملية **الطباعة رباعية الألوان**.



تظهر هذه الصورة المكبّرة كيف تتكوّن كل الألوان من نقاط دقيقة من الماجنتا والأصفر والسيان والأسود.

إذا نظرت بعدسة مكبّرة على أي صورة في هذا الكتاب ترى النقاط التي تكوّن الصورة.

الألوان المستخدمة في الطباعة رباعية الألوان.

ارتباطات الانترنت

- موقعان يحتويان على كثير من المعلومات عن أقواس قزح.
  www.unidata.ucar.edu/staff/blynds/rnbw.html
  www.geom.umn.edu/education/calc-init/rainbow/
- اعرف عن الضوء واللون في هذين الموقعين الساحرين على الوب.
  www.thetech.org/exhibits_events/online/color/intro/
  sln.fi.edu/qa98/spotlight10/spotlight10.html
- كثير من التجارب العظيمة على الضوء واللون.
  www.exploratorium.edu/snacks/iconcolor.html
- شاهد فيلماً عن الاستخدامات المتعددة لليزر.
  www.brainpop.com/tech/healthtechnology/laser/index.weml

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

سلوك الضوء

تنشأ الألوان على سطح فقاقيع الصابون عن تداخل الضوء.

على غرار كل الموجات الكهرمغنطيسية، ينتقل الضوء بسرعة هائلة تبلغ نحو 300000 كيلومتر في الثانية عند قياسها في الفراغ (الخلاء). يُعرض اتجاه انتقال الموجات الضوئية في الرسوم بواسطة الأسهم، وتسمى هذه أشعة الضوء. تنتقل موجات الضوء في مسار مستقيم عادة، لكنها قد تغيّر اتجاهها عندما تلتقي بعقبة ما، أو تنتقل من مادة إلى أخرى.

انعكاس الضوء

تسمّى أشعة الضوء المنتقلة نحو جسم ما أشعة ساقطة. فإذا ما اصطدمت بالجسم ارتدّت عنه، وتسمّى عندئذ أشعةَ منعكسة. وينعكس كل شعاع بالزاوية نفسها التي يشكلها عندما يسقط على الجسم.

عندما تسقط أشعة الضوء المتوازية على سطح لمّاع أملس، تنعكس بحيث تكون الأشعة المنعكسة متوازية أيضاً. يسمّى ذلك **الانعكاس المنتظم**.

وعندما تسقط أشعة الضوء المتوازية على سطح خشن، تتبعثر الأشعة في اتجاهات مختلفة، ويسمى ذلك **الانعكاس المنتشر**. وهو أكثر أنواع الانعكاس شيوعاً لأن معظم السطوح خشنة (رغم أنها قد لا تبدو كذلك إلا عند رؤيتها بالمجهر).

انعكاس منتظم لأشعة الضوء

انعكاس مشتّت لأشعة الضوء

انكسار الضوء

إذا مرت أشعة الضوء من مادّة إلى أخرى مختلفة الكثافة، تتغيّر سرعتها. فإذا ما حُنيت أيضاً تسمّى أشعة منكسرة. ويتوقف مقدار تغيّر السرعة والانكسار على التغيّر في الكثافة. تسرع أشعة الضوء عندما تنتقل إلى مادة أقل كثافة، وتبطىء عند انتقالها إلى مادّة أكثر كثافة.

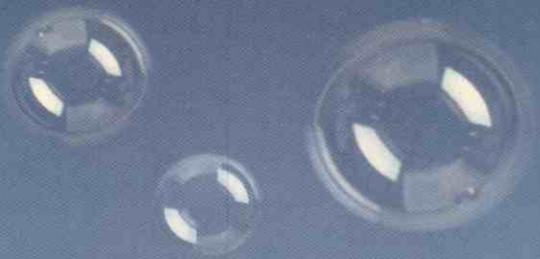
مثال ذلك، الأشعة المرتدّة عن أجسام في الماء قد تجعل الأجسام تبدو مشوّهة. ويرجع ذلك إلى أن الأشعة تنكسر عندما تخرج من الماء إلى الهواء الأقل كثافة. تجد مزيداً من المعلومات عن الانكسار في الصفحة 205.

تحقّق بنفسك

لرؤية انكسار الضوء، انظر إلى قشّة في كوب ماء من جميع الجوانب. تبدو أنها تنحني في اتجاهات مختلفة. تبيّن الخطوط غير المنكسرة في الرسم مسار أشعة الضوء الحقيقي عن النظر من أعلى. لكن الدماغ يفترض أنها تنتقل بشكل مستقيم، لذا يرى طرف القشّة عند X.

عندما تنظر إلى جسم ما، يتوجه الضوء المنعكس عليه إلى عينيك مباشرة، لذا ترى الجسم حيث يكون بالفعل. وإذا نظرت إلى جسم في المرآة، ترتد الموجات عن الجسم ثم ترتدّ عن المرآة قبل دخولها عينيك. وما تشاهده هو صورة ذلك الجسم. وفي هذه الحالة يبدو الجسم خلف المرآة.

أشعة ضوء الشمس المنكسرة خلال هذه الغيوم تبيّن أن الضوء ينتقل بخطوط مستقيمة.



انعراج الضوء

عندما تمر أشعة الضوء خلال فجوات دقيقة، أو تلتقي بحافة جسم كَمِد، تنعرج، أو تنتشر. لمزيد من المعلومات عن الانعراج، انظر الصفحة 205.

تداخل الضوء

عندما تنعكس أشعّة الضوء أو تنعرج، قد تتقاطع مساراتها، ما يسبّب تداخلها. انظر الصفحة 205 لمزيد من المعلومات عن التداخل.

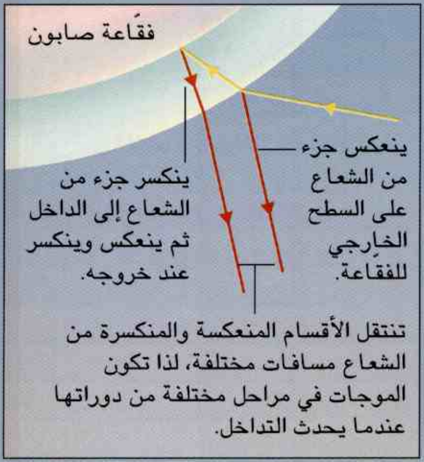
عندما تتداخل أشعّة الضوء بعضها مع بعض، تزداد بعض الأطوال الموجية للضوء قوة، وتضعف بعضها، لذا تصبح بعض الألوان مرئية. الألوان على الأقراص المدمجة أو على سطح فقاقيع الصابون، مثلاً، ناتجة عن التداخل.

ينتج البريق الفلزّي على أجنحة هذه الفراشة عن تداخل الضوء.

توجد نتوءات دقيقة على الجانب اللمّاع من القرص المدمج. عندما يدخل الضوء في الفجوات بينها، تنعرج الموجات ولذا تشاهد بعض الألوان بزوايا مختلفة.

تسبّب الأقراص المدمجة انعراج الضوء الأبيض، ما يجعل ألوانه مرئية.

تظهر ألوان قوس قُزح على فقّاعة الصابون عندما يتداخل الضوء المنعكس على السطح الخارجي للفقاعة مع الضوء المنعكس على السطح الداخلي.

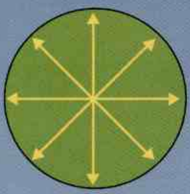


*

الألوان تتغير بصورة مستمرّة، ما يعطي تأثيرا متلألئاً يدعى **تقزّحاً**. يشاهد ذلك أيضاً على أجنحة بعض الحشرات والطيور.

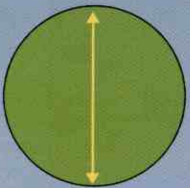
الاستقطاب

تتكون الموجات الضوئية من اهتزازات في الحقول الكهربائية والمغنطيسية. وتغيّر الاهتزازات اتجاهها عدة ملايين من المرّات في الثانية، لكنها تكون دائماً عمودية على اتجاه انتقال الموجة.



تصوّر أن موجة ضوئية عادية تنتقل إلى عينيك مباشرة. تكون اهتزازاتها في اتجاهات كثيرة، كما هو مبين هنا.

عندما **يُستقطب** الضوء، لا تحدث الاهتزازات إلا في اتجاه واحد، إلى أعلى وأسفل مثلاً.



ترشّح الموجة الضوئية المستقطبة بحيث تصبح اهتزازتها في اتجاه واحد فقط، كما هو مبين هنا.

تعمل **النظّارات الشمسية المستقطبة** بترشيح كل اهتزازات الموجات الضوئية التي لا تكون في اتجاه معين. ويقي ذلك العينين من الوهج المفرط.

النظارات الشمسية المستقطِبة لا تسمح بدخول اهتزازات الضوء إلا في اتجاه واحد.

ارتباطات الانترنت

- استكشف العالم المثير للخداع البصري في هذين الموقعين على الوب. www.sandlotscience.com/ beakman.com/interact/vasalery.html
- كثير من المعلومات عن الضوء والبصريّات. acept.la.asu.edu/PiN/mod/light/ pattLightOptics.html
- اختبارات ضوئية في مختبر تحت الماء. www.uncwill.edu/nurc/aquarius/lessons/ light.htm
- اعرف لماذا تتألّق الماسة. www.pbs.org/wgbh/nova/diamond/sparkle.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

العدسات والمرايا

العدسة قطعة من مادّة شفّافة ذات سطحيْن منحنييْن تحني الضوء المار خلالها. و**المرآة** سطح لمّاع يعكس كل الضوء الذي يسقط عليه تقريبا. وللمرايا والعدسات استخدامات متعدِّدة، كما في الكاميرات والمقاريب (التلسكوبات).

التقطت هذه الصورة لمدينة نيويورك بعدسة عين السمكة. تنشئ هذه العدسة المنحنية صورة دائرية مشوّهة تغطي زاوية 180°.

العدسات

تُشكّل العدسات بحيث ينحني (ينكسر*) الضوء المارّ خلالها بطريقة معيّنة. وثمة نوعان رئيسيان من العدسات: محدّبة ومقعّرة. في **العدسة المحدّبة**، يكون أحد السطحين، أو كلاهما، منحن نحو الخارج. وفي **العدسة المقعّرة**، ينحني أحد السطحين أو كلاهما إلى الداخل.

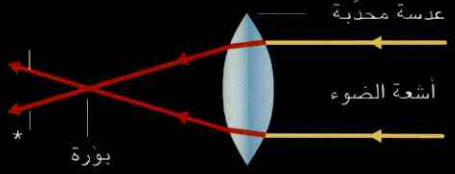
أنواع العدسات المحدّبة

أنواع العدسات المقعّرة

توصف العدسات بأنها مقرّبة أو مبعّدة، تبعا لكيفية انكسار الموجات الضوئية. مثال ذلك، تعمل العدسة الزجاجية المحدّبة في الهواء بمثابة عدسة مقرّبة، وتعمل العدسة الزجاجية المقعّرة في الهواء بمثابة عدسة مبعّدة.

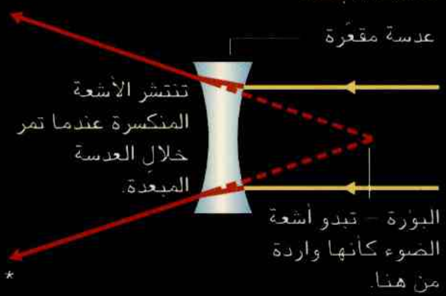
كل نقطة تلتقي فيها أشعة الضوء أو تبدو كذلك تدعى **بؤرة**. تؤدي **العدسة المقرّبة** إلى تجميع أشعة الضوء المتوازية المارّة عبرها عند البؤرة.

عدسة مقرّبة

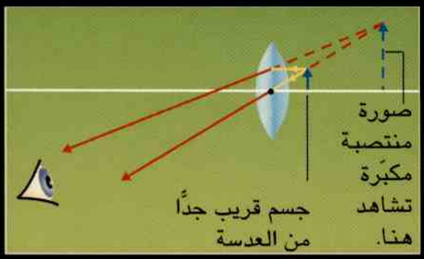


و**العدسة المبعّدة** تنشر أشعة الضوء المتوازية المارّة عبرها.

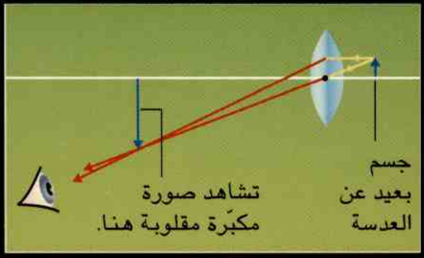
عدسة مبعّدة



يتوقف حجم الصورة المرئية عبر العدسات المقرّبة ومكانها على مقدار بُعد الجسم عن العدسة. إن كان الجسم قريبا جدًا من العدسة المقرّبة، تكون الصورة منتصبة ومكبّرة.

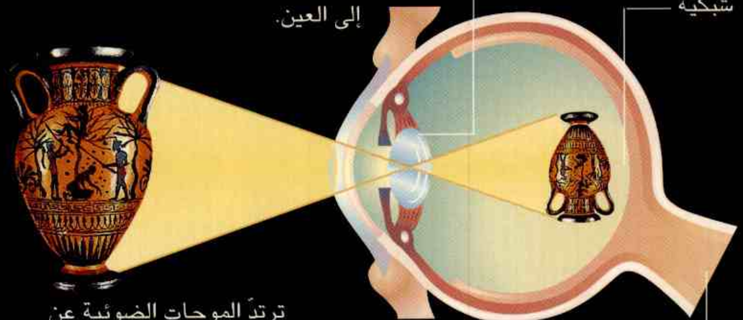


وإن كان الجسم بعيداً عن العدسة المقرّبة، تظهر الصورة مقلوبة.

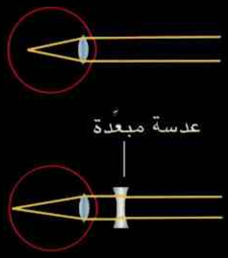


العينان والبصر

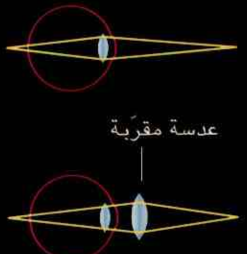
تحوّل عيناك الضوء المنعكس من الجسم إلى صورة يمكن أن يتعرّف إليها دماغك. القسم الأمامي من العين عدسة محدّبة مقرّبة تبئّر أشعة الضوء بحيث تشكل صورة على طبقة في مؤخّر العين تدعى **الشبكيّة**. تكون الصورة المتكوّنة مقلوبة، لكن دماغك يصحّحها بحيث ترى الأشياء بشكلها الصحيح.



تكون الأجسام البعيدة غبشة عند من يعانون من قصر البصر. ومردّ ذلك أن العدسات في عيونهم تحني أشعة الضوء كثيرا فتتكوّن الصورة أمام الشبكيّة.



ولا يستطيع بعيدو البصر رؤية الأشياء القريبة جيّدا. وسبب ذلك أن العدسة لا تحني أشعة الضوء بشكل كاف فتتبأر الأشعة خلف الشبكية.



تحقّق بنفسك

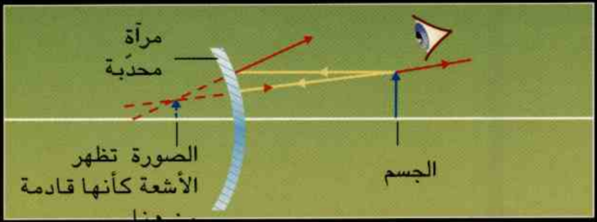
انظر إلى انعكاسك في قعر ملعقة معدنية لمّاعة. إن حملت الملعقة قرب وجهك، يكون الانعكاس مكبّرا. وإذا حملتها بعيدا قليلا، يكون الانعكاس مقلوبا. انظر إلى الرسمين في أسفل العمود الأيسر لكي ترى سبب حدوث ذلك.

المرايا

عندما يسقط الضوء القادم من جسم ما على مرآة مسطحة بشكل مباشر، ينعكس إلى الوراء بشكل مباشر. ويكون للصورة الناتجة الحجم والانتصاب نفسه الذي للجسم، لكن يتبادل الجانبان الأيمن والأيسر المواقع. وتكون الصورة خلف المرآة على بعد مساوٍ لبعد الجسم عن المرآة من أمامها.

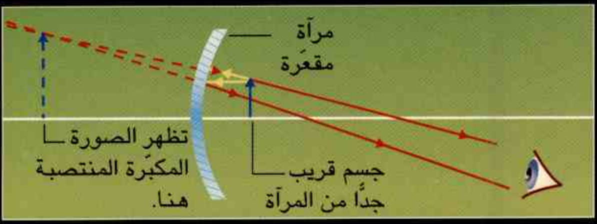
تعكس المرايا المنحنية الضوء بشكل مائل، ما ينتج أنواعا مختلفة من الصور. **المرآة المحدّبة** تكون منحنية نحو الخارج، وتكون الصورة المتشكلة منتصبة وصغيرة الحجم.

مرآتا جانبي السيّارة محدّبتان

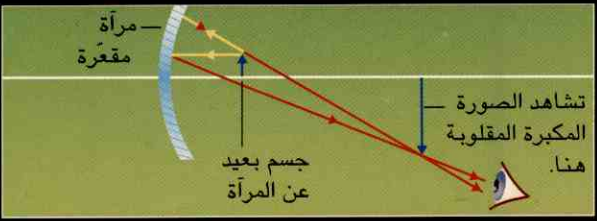


*

تنحني **المرايا المقعّرة** إلى الداخل. وإذا كان الجسم قريبا جدًّا من المرآة تنتج صورة مكبّرة. وإذا كان الجسم بعيدا، تكون الصورة مقلوبة. ويعمل قعر ملعقة معدنية لماعة بمثابة مرآة مقعّرة.



*



*

ارتباطات الانترنت

- اعرف كيف تحني النظارات الضوء وتساعد الناس في الرؤية.
www.beakman.com/glasses/eyeglasses.html
- انقر على "Reflection" أو "Refraction" حيث تجد كثيراً من التجارب.
www.exploratorium.edu/snacks/snacksbysubject.html
- انقر على "Optics" لانتقاء نشاطات تفاعلية.
www.explorescience.com/index.cfm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الأجهزة البصرية

تستخدم الأجهزة البصرية ائتلافات من العدسات والمرايا لإنتاج نوع معيّن من الصورة، مثل صورة أكبر مما تكون عليه عندما تشاهد بالعين المجرّدة. تعرض الصفحات التالية بعضا من الأجهزة البصرية المختلفة.

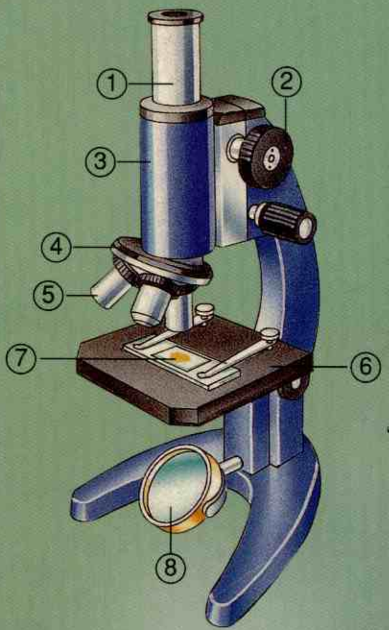
يستخدم المنظار ثنائي العينية العدسات لتكبير الأجسام.

المجاهر الضوئية

تُستخدم المجاهر الضوئية لجعل الأشياء الصغيرة تبدو أكبر. وللمجاهر البسيطة، مثل العدسة المكبِّرة، عدسة واحدة فقط. أما المجاهر المعقدة فتستخدم عدستين أو أكثر.

يُكبَّر الجسم داخل **المجهر الضوئي المركّب** بواسطة **العدسة الجسمية** أوّلاً. ثم يُكبّر أكثر بواسطة **العدسة العينية** التي تعطي الصورة النهائية. وتستطيع بعض المجاهر البصرية التكبير 2000 ضعف على الأكثر.

مجهر بصري مركّب



1. **العينيّة.** تكسر (تحني) الضوء القادم من العدسة الجسمية وتحوّل الصورة إلى الوضع المنتصب السوي، وتجعلها تبدو أكبر بكثير.
2. **مقبض التبئير.** يتحكّم بحدّة الصورة ووضوحها.
3. أنبوب الجسم
4. **أنفيّة المجهر.** تحمل ثلاث عدسات جسمية، تعطي كل منها تكبيراً مختلفاً. تدار لتبديل العدسات.
5. **العدسة الجسمية.** تكسر الضوء القادم من الجسم لتعطي صورة مكبّرة مقلوبة. ثم تزيد العينية تكبير الصورة.
6. **المنصّة.** يوضع الجسم المراد تكبيره هنا.
7. الجسم
8. **المرآة.** تعكس ضوء النهار أو ضوء مصباح عبر فتحة في المنصة على الجسم.

لا تستطيع العين المجرّدة رؤية الأجسام الصغيرة منفصلة ما لم يكن يفصل بينها ربع مليمتر على الأقل. ويمكن أن يريك المجهر الأجسام أقرب 1000 مرة مما هي عليه.

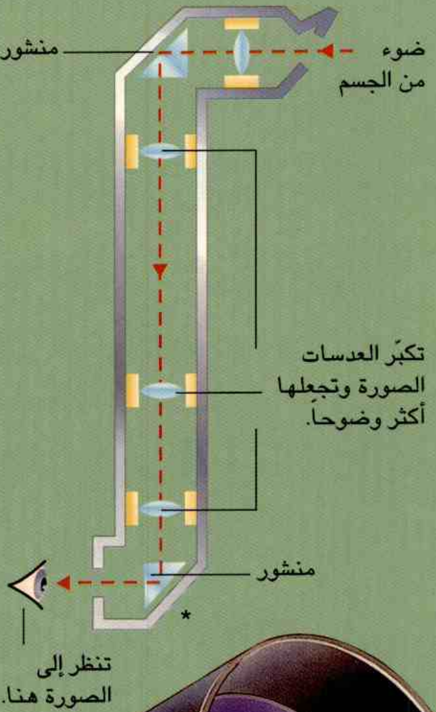
باستخدام العدسات المكبّرة يستطيع العلماء أن يتبيّنوا بنية الكائنات الحية الدقيقة كهذه الدعسوقة.

الشعرات الدقيقة في أقسام فم هذه الدعسوقة صغيرة جداً بحيث لا تشاهد بالعين المجردة، لكن من السهل تمييزها بالعدسة المكبّرة.

مناظير الأفق

منظار الأفق (المئفاق) أنبوب قائم يوجد منشور في كل من طرفيه. والمناشير أشكال زجاجية ذات سطحين منبسطين مائلين ومتزاويين. وهي تستخدم في المئفاق لعكس الضوء حول الزوايا، ما يسمح لك برؤية شيء فيما أنت بعيد تحته. مثال ذلك، يستخدم المئفاق في الغواصات للنظر فوق سطح الماء.

رسم للمئفاق

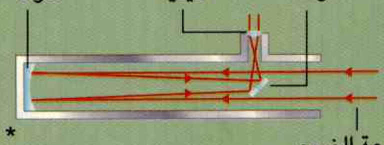


المقاريب (التلسكوبات)

تستخدم **المقاريب** لجعل الأجسام البعيدة تبدو أقرب، ومن ثم أكبر. وغالباً ما تستخدم لرصد النجوم. وثمة نوعان رئيسيّان منها: المقراب العاكس والمقراب الكاسر.

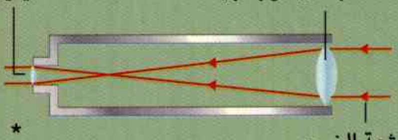
المقراب العاكس يستخدم مرآة لتجميع الضوء. ثم ينعكس الضوء على مرآة ثانية وتتركّز الصورة أمام العينية التي تكبّرها.

يبين هذا الرسم مسار أشعة الضوء في مقراب عاكس.



ويستخدم **المقراب الكاسر** عدستين. تجمع العدسة الجسمية الضوء لكنها لا تكبّر الجسم، على غرار المرآة في المقراب العاكس. ويتم التكبير بواسطة العينية.

يبيّن هذا الرسم مسار أشعة الضوء في مقراب كاسر.



هذا مقراب كاسر. المقراب الصغير في الأعلى يدعى **مقراب تعيين الاتجاه**. وهو يستخدم لتوجيه المقراب الرئيسي إلى الجسم.

تحقّق بنفسك

يمكنك استخدام منظار ثنائي العينية لرصد النجوم.

تُصنع المناظير ثنائية العينية بأحجام وقوى مختلفة يشير إليها زوجان من الأعداد، مثل 35x7 أو 50x10 العدد الأول هو التكبير، والثاني هو قطر العدستين الأماميتين (الجسميتين) بالمليمترات. وكلما كبرت العدسة جمعت مزيداً من الضوء، لذا يمكنها التقاط ضوء النجوم الأكثر خفوتاً.

النجوم المرئية بالعين المجرّدة تكون مجرّد نقاط صغيرة.

أما النجوم المرئية خلال منظار ثنائي العينية فتظهر مزيداً من التفاصيل.

من المستحسن إسناد المنظار ثنائي العينية على سطح ثابت مثل جدار أو سياج. فذلك يحول دون ارتجاجه في يدك ويعطيك مشهداً أوضح للنجوم.

يمكن رؤية كثير من النجوم البعيدة باستخدام مقراب جيّد.

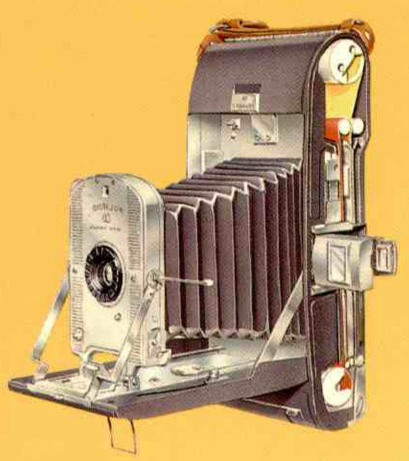
ارتباطات الانترنت

- مدخل بسيط إلى البصريّات والأجهزة البصرية. www.opticalres.com/kidoptx.html
- اعرف المزيد عن حياة وأعمال غاليليو، مبتكر أول مقراب بصري، في هذين الموقعين. es.rice.edu/ES/humsoc/Galileo/ galileo.imss.frienze.it/vr/index.html
- تفاصيل عن مجموعة من الأجهزة البصرية وكيفية عملها. www.yesmag.bc.ca/how_work/how.html
- تصفّح أجزاء هذا الموقع الكبير عن المجاهر. micro.magnet.fsu.edu/primer/index.html
- تعلم عن تاريخ البصريات. www.ee.umd.edu/~taylor/optics.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الكاميرات

الكاميرات أجهزة بصرية تلتقط الصور. وهي تستخدم العدسات لتبئير الضوء على فيلم أو أداة أخرى تحفظ الصورة بحيث يمكنك معاينتها لاحقاً. كانت الكاميرات الأولى تخزن الصور على صفائح زجاجية أو معدنية مغطّاة بمواد حسّاسة للضوء. أما اليوم، فإن معظم الكاميرات تستخدم فيلماً حسّاساً للضوء. وتخزن الكاميرات الرقمية المبتكرة في تسعينيّات القرن العشرين الصور بطريقة إلكترونية.



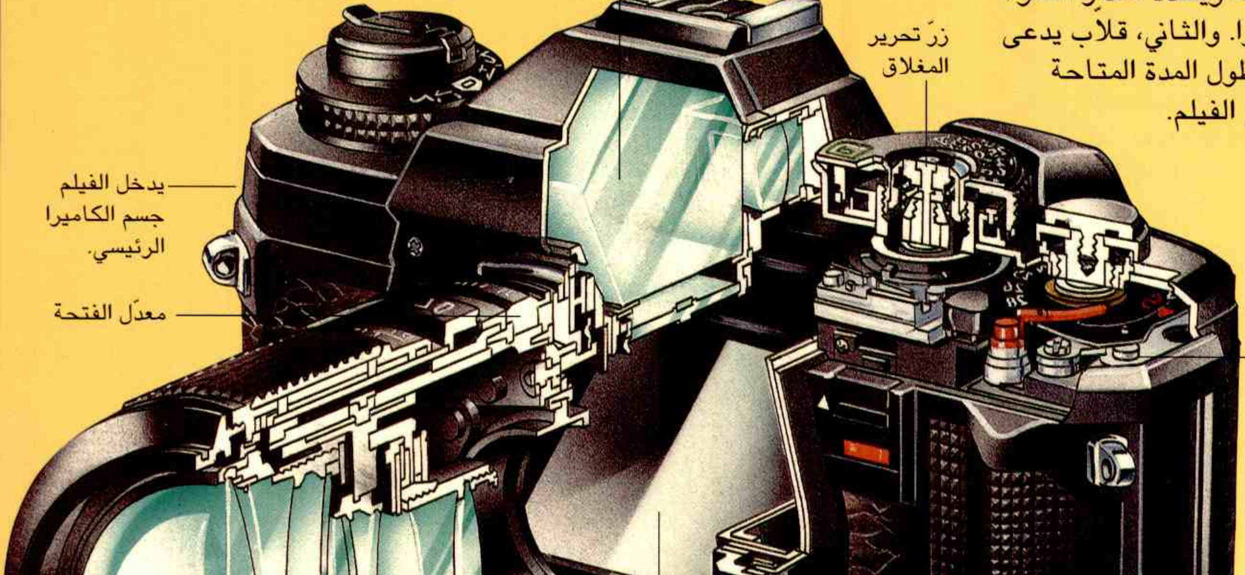
هذه كاميرا بولارويد قديمة. يُظهّر فيلم بولارويد بسرعة بحيث تشاهد الصورة بعد التقاطها على الفور.

مبادىء الكاميرا

يدخل الضوء الكاميرا عبر عدسة. يُسمّى مقدار الضوء الداخل **تعريضاً**. ويتم التحكّم في التعريض بشيئين. الأول، ثقب قابل للتعديل يدعى **فتحة** ويحدّد مقدار الضوء الذي يدخل الكاميرا. والثاني، قلاّب يدعى **المغلاق** ويتحكّم بطول المدة المتاحة لسقوط الضوء على الفيلم.

الكاميرا العاكسة أحادية العدسة

في هذا النوع من الكاميرات، ينعكس الضوء الذي يدخل الكاميرا على مرآة وينكسر خلال منشور نحو نافذة صغيرة تدعى **المصوّبة** (**معيّن المنظر**). يتيح ذلك للمصوّر مشاهدة ما تراه العدسة بالضبط.



الفيلم الفوتوغرافي

يكون **الفيلم الفوتوغرافي** مكسوًّا بنترات الفضّة، وهي مادة كيميائية حسّاسة للضوء. وتتوقف كيفية تفاعل الفيلم على مقدار الضوء الذي يصله.

يُغمس الفيلم المعرّض في مواد كيميائية لإنتاج الصور وإزالة حساسية الفيلم لمزيد من الضوء. تسمّى هذه العملية **تظهيراً**.

فيلم إيجابي (يسمى أيضاً شفافة أو شريحة فيلمية). يعرض الصور بألوانها الصحيحة.

فيلم سلبي الأجزاء الفاتحة من صورة مفاتيح البيانو تظهر داكنة، وتظهر الأجزاء الداكنة فاتحة.

يُسقط الفيلم السلبيّ المظهّر على ورق حسّاس للضوء من أجل الطباعة النهائية.

الصور المتحرّكة

كاميرات الأفلام السينمائية تسجّل الصور على أشرطة طويلة من الأفلام الفوتوغرافية. وهي تلتقط كل ثانية 25 صورة منفصلة تدعى **أطرا**. ويظهّر الفيلم على غرار تظهير الفيلم في الكاميرا العادية.

يُحفظ الفيلم في كاسيت تثبّت بالكاميرا.

لمشاهدة الفيلم يلفّ خلال آلة عرض بسرعة 25 إطارا في الثانية، تتحرّك الأطر بسرعة بحيث تشاهد الإطار التالي قبل أن يخبو الأخير في دماغك. يسمّى ذلك **الرؤية المستمرّة**.

تحقّق بنفسك

يمكنك أن توضح الرؤية المستمرّة بصنع دفتر فيلم خاص بك.

ارسم شخصية بسيطة على الصفحة الأخيرة لإضمامة ورق صغيرة. اقلب الصفحة واستشف هذا الرسم مع بعض التغييرات الصغيرة لإظهار تحرّك الشخصية. ارسم 20 صورة أخرى على الأقل مغيّراً كل واحدة قليلا.

عندما تقلّب الإضمامة بسرعة، تبدو الصور كأنها صورة واحدة متحرّكة.

كاميرات التلفزيون

لا تستخدم **الكاميرات التلفزيونية** فيلماً، بل تحوّل الضوء الذي يدخلها إلى سلسلة من الإشارات الكهربائية. ترسل هذه عبر كبل لتبث في إرسال مباشر، أو تسجّل على شريط أو حاسوب لتعرض في وقت آخر.

كاميرا الاستديو التلفزيونية ثقيلة تُحمل على منصّة.

الكاميرات المسجِّلة

كاميرا الفيديو المسجِّلة تجمع بين الكاميرا التلفزيونية ومسجِّلة الفيديو. توجّه العدسات الصورة نحو قطعة إلكترونية دقيقة حسّاسة للضوء تدعى **أداة مقرونة الشحنة (CCD)**. تنتج الأداة المقرونة الشحنة إشارات كهربائية تسجّل على شريط فيديو.

هذه الكاميرا المسجِّلة الصغيرة تحمل براحة اليد.

الكاميرات الرقمية

تسجل **الكاميرات الرقمية** الصور على أداة مقرونة الشحنة. تفكّك الصور إلى مربّعات دقيقة ملوّنة تدعى **بكسلات**. وتخزن المعلومات الموجودة في البكسلات في ذاكرة الكاميرا بمثابة كود ثنائي*. لطباعة الصورة أو مشاهدتها على شاشة حاسوب، يُعاد دمج البكسلات لتشكيل صورة كاملة.

تسمى درجة التفاصيل في الصورة **الاستبانة**. وكلما زادت البكسلات التي تولّدها الكاميرا في الصورة، ازدادت استبانة الصورة.

صورة منخفضة الاستبانة

صورة عالية الاستبانة

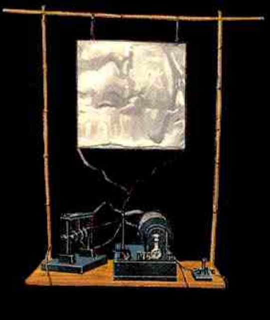
ارتباطات الانترنت

- تعلم عن التاريخ المبكّر للكاميرات والتصوير الفوتوغرافي. www.fi.edu/qa00/attic1/index.html
- تاريخ التصوير الفوتوغرافي والكاميرات وعلومها. www.owlnet.rice.edu/~giles/photograpy/history.html
- شاهد فيلماً عن التصوير الفوتوغرافي. www.brainpop.com/tech/visualtechnology/photography/index/weml
- مواقع وب لأربع من شركات صناعة الكاميرات الشهيرة. www.pentax.com/ www.canon.com/ www.nikon.com/ www.minolta.com/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

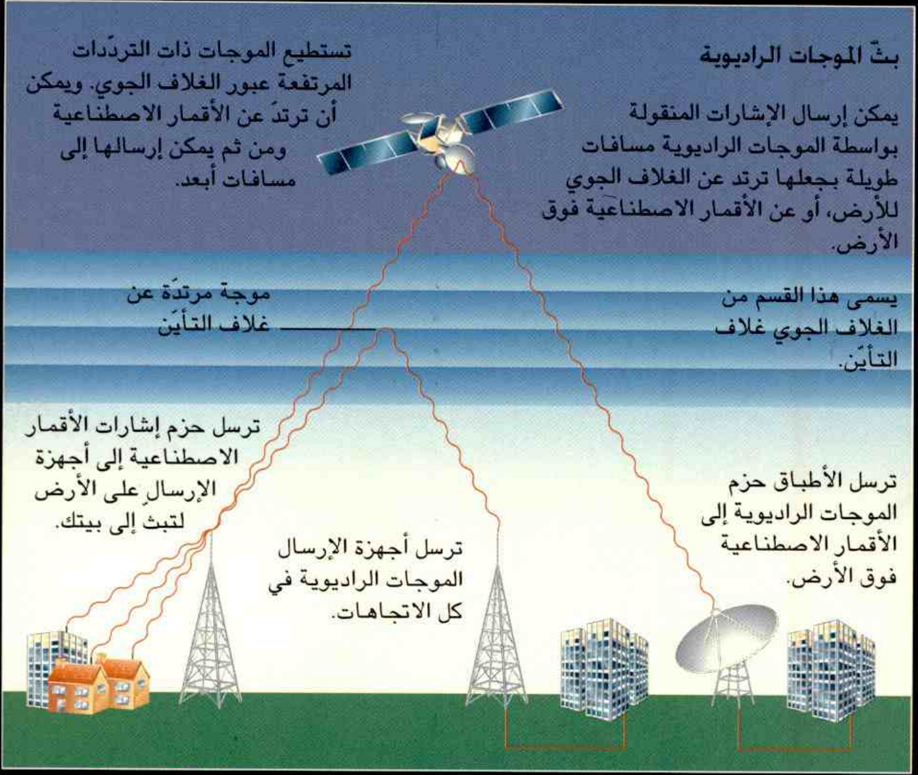
* كود ثنائي، 238.

التلفزيون والراديو



ابتكر ماركوني هذا الراديو القديم، وكان يدعى مسماع ماركوني.

صُنعت أول أجهزة إرسال راديوي قبل 100 سنة تقريباً. وابتكر التلفزيون سنة 1926. وكانت الإشارات في البداية ترسلٍ إلى مسافات قصيرة فحسب، لكن الأقمار الاصطناعية اليوم تستطيع بث إشارات واضحة في كل أنحاء العالم.



البثّ

تبثّ كل برامج الراديو والتلفزيون بمثابة **موجات راديوية**. وهي نطاق من الموجات في الطيف الكهرمغنطيسي* بمدى مختلف من الترددات* والأطوال الموجية*.

الموجات الراديوية هي أطول الموجات في الطيف الكهرمغنطيسي.

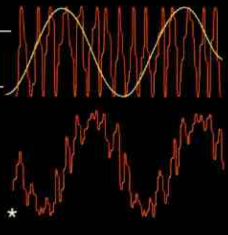
قبلِ البثّ، تحوّل الأصوات والصور أولاً إلى إشارات كهربائية. تحوّل الأصوات إلى إشارات كهربائية بواسطة الميكروفونات. وتنشىء الكاميرات إشارات كهربائية من الصور.

التضمين

يجب تغيير الإشارات الكهربائية بطريقة تدعى **التضمين** لكي يتم بثّها. ويتم ذلك بمزج إشارات الصوت والصورة الكهربائية بموجات راديوية تدعى **موجات حاملة**.

ونتيجة للتضمين،يتغيّر شكل الموجة الحاملة تبعاً لإشارات الصوت والصورة الكهربائية. وتظهر الصورة على اليسار مثالاً على ذلك.

عند استخدام **تضمين التردّد (FM)**، تغيّر الإشارات الكهربائية لتتطابق مع تردّد الموجة الحاملة. أما عند استخدام **تضمين السعة (AM)** فتتغير الإشارات الكهربائية لتتطابق مع سعة* (قوّة) الموجة الحاملة.



كيف يعمل الراديو

يعمل الراديو باستقبال موجات الراديو المضمّنة عبر هوائيّه، ثم تحويلها ثانية إلى إشارات كهربائية ضعيفة.

يستقبل الراديو كثيراً من الإشارات المختلفة. ويعدّل المؤالف لانتقاء الطول الموجي للبث المطلوب.

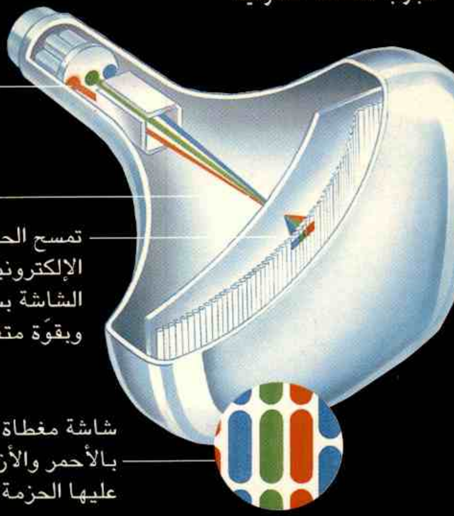
تقوّى الإشارة (تضخّم) ويحوّلها المجهار إلى صوت يمكن سماعه.

*تردّد، سعة، طول موجي، 203: طيف كهرمغنطيسي، 212-213

كيف يعمل التلفزيون

تُنقل الإشارات التلفزيونية بواسطة الموجات الراديوية. وتنقل الموجات إشارات الصورة فضلاً عن الإشارات الصوتية. ويحوّل التلفزيون هذه الإشارات إلى صورة وصوت. يحوَّل الصوت مثلما يحوَّل في الراديو، أما إشارات الصور فتُحوَّل إلى صورةٍ بواسطة **أنبوب الأشعة الكاثودية (المهبطية)**. وتركب الصور من نحو 350000 شكل دقيق تدعى **بكسلات** (وتعني عناصر الصورة).

أنبوب أشعة كاثودية



تحوَل الإشارات الكهربائية إلى ثلاث حزم إلكترونية: واحدة لعنصر الصورة الأحمر وواحدة للأزرق وواحدة للأخضر.

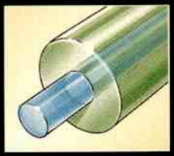
تطلق حزمة الإلكترونات عبر الأنبوب إلى الشاشة.

تمسح الحزم الإلكترونية الشاشة بسرعة وبقوَة متغيِّرة.

شاشة مغطاة بالبكسلات التي تتوهَج بالأحمر والأزرق والأخضر عندما تسقط عليها الحزمة فتصنع الصورة.

البثّ الكبلي

يمكن نقل الإشارات التلفزيونية والراديوية بالكبول أيضاً. وتستطيع الكبول نقل إشارات أكثر مما يمكن إرساله عبرِ الهواء، لذا تتوفر قنوات أكثر. وتتوفر شبكة واسعة من الكبول تحت الأرض، ويمكن استخدامها أيضاً لنقل الإشارات الهاتفية.



تستخدم كبول الألياف البصرية لنقل الإشارات الراديوية والتلفزيونية.

البثّ الرقمي

بحلول سنة 2010، سيتم معظم الإرسال الراديوي والتلفزيوني بطريقة رقمية. والإشارات الرقمية إشارات كهربائية تحمل المعلومات ككود يتألف من ملايين كثيرة من مكوّنين فقط: (1) مضاء أو (0) مطفأ.

يُمزج الكود الرقمي مع الموجات الراديوية التي تنقله. ويمكن ضغط المعلومات الرقمية (انظر سرعة الإرسال، الصفحة 245، كمثال على ذلك) لكي يتم إرسال المزيد منها. ونتيجة لذلك، تستطيع شركات البث عرض قنوات أكثر من السابق.

التلفزيون التفاعليّ

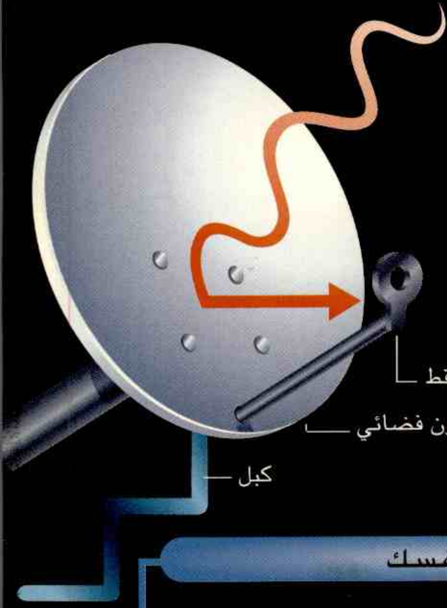
يتيح البثّ الرقمي الاتصال باتجاهين. ونتيجة لذلك، يمكنك إرسال المعلومات، عبر تلفزيونك، لتطلب البرامج التي تريد مشاهدتها متى أردت، أو شراء الأشياء، أو حتى الاشتراك في الألعاب والمباريات. يسمى ذلك **التلفزيون التفاعلي**.

يعرض هذا التلفزيون لعبة تفاعلية تلعب أثناء مباراة كرة قدم.

يتوقَع المتنافسون عدد الأهداف ونتيجة المباراة. وتسجَل توقعاتهم عند شركة التلفزيون، فإذا كانت صحيحة ربحوا جوائز فورية.

التلفزيون الفضائي

تعكس شركات التلفزيونات الفضائية الإشارات على الأقمار الاصطناعية في الفضاء لكي يتلقاها مباشرة طبق صغير مثبت إلى جانب بيتك.



يركِز الطبق الإشارة التلفزيونية على لاقط واحد. وتنتقل الإشارات في كبل إلى جهاز التلفزيون.

تحقّق بنفسك

ضع عدسة مكبِّرة قرب جهاز التلفزيون عندما يكون مضاء. انظر جيّداً فترى البكسلات التي تكوِّن الصورة.

ارتباطات الانترنت

- اعرف عن تاريخ تكنولوجيا الراديو.
  www.northwinds.net/bchris/index.htm
- اقرأ عن اختراع ماركوني، ثم انقر على "Radio Transmission".
  www.pbs.org/wgbh/aso/databank/entries/dt01ma.html
- اعرف عن تاريخ التلفزيون.
  www.pbs.org/wgbh/aso/databank/entries/dt26tv.html
- شاهد فيلماً وأجب عن اختبار بشأن الراديو.
  www.brainpop.com/tech/communication/radio/index.weml

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الكهرباء

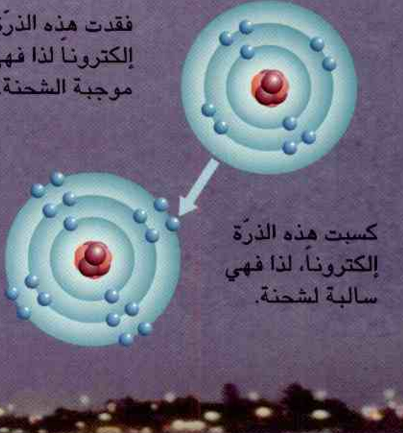
الكهرباء شكل مفيد من أشكال الطاقة. ويمكن تحويلها بسهولة إلى أشكال أخرى من أشكال الطاقة، مثل الحرارة والضوء. ويمكن أن تسري في الكبول ما يسهّل نقلها. تُستخدم الكهرباء لتزويد كثير من الأجهزة بالطاقة، من الغلايات إلى الحواسيب، وتوفّر أيضاً الحرارة والضوء في المنازل والمكاتب والمصانع.

البرق شكل من أشكال الكهرباء.

الشحنة الكهربائية

تتكوّن كل المادّة من وحدات صغيرة تدعى **ذرّات**. وفي وسط كل ذرّة توجد **نواة**. تحتوي النواة على جُسَيْمات ذات شحنة موجبة تدعى **بروتونات**، وجُسَيمات عديمة الشحنة تدعى **نيوترونات**. وتدور حول النواة جُسَيْمات سالبة الشحنة تدعى **إلكترونات**. يكون عدد البروتونات والإلكترونات متساوياً عادة فتلغي شحنات إحداها الأخرى، لذا تكون الذرّة محايدة من الناحية الكهربائية.

يمكن أن تكسب الذرة الإلكترونات أو تفقدها. فإذا كسبتها تصبح ذات شحنة سالبة (–). وإذا فقدت إلكترونات تصبح ذات شحنة موجبة (+).



فقدت هذه الذرّة إلكتروناً لذا فهي موجبة الشحنة.

كسبت هذه الذرّة إلكتروناً، لذا فهي سالبة لشحنة.

إن كانت الجُسيمات المشحونة قريبة بعضها من بعض، يكون لبعضها تأثير على البعض الآخر يعرف **بالقوّة الكهربائية**. وتدعى المنطقة التي يكون لهذه القوّة تأثير فيها **المجال (الحقل) الكهربائي**.

تجذب الجسيمات متعاكسة الشحنة (شحنات موجبة وسالبة) بعضها بعضاً. وتدفع الجسيمات ذات الشحنة المتماثلة، مثل جُسيمَيْن موجبَي الشحنة، بعضها بعضاً أو تتنافر.

الذرّات ذات الشحنات المتعاكسة تجذب بعضها بعضاً.

الذرّات ذات الشحنات المتماثلة تدفع بعضها بعضاً.

الكهرباء هي التأثير الذي يُسبّبه وجود الجُسَيْمات المشحونة أو حركتها.

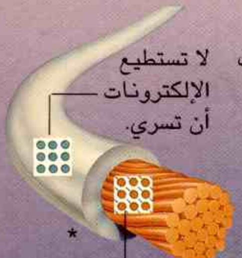
التيار الكهربائي

في بعض المواد، مثل الفلزّات، لا تكون بعض الإلكترونات مشدودة بقوّة إلى ذرّاتها، لذا يمكنها التحرّك فيما بينها. وإذا ما دُفعت إلى الحركة يحدث تدفّق للشحنة الكهربائية يدعى **تياراً كهربائيًّا**. وتسمى المواد التي يسري فيها التيار **موصّلات**. وتسمّى المواد التي لا توصّل التيار، مثل البلاستيك، **عوازل**.

الخشب والبلاستيك عازلان.

ورق الألمنيوم موصّل.

الأسلاك المعزولة
أسلاك كهربائية تتكوّن عادة من النحاس، وتكون مغطّاة بالبلاستيك لعزلها.

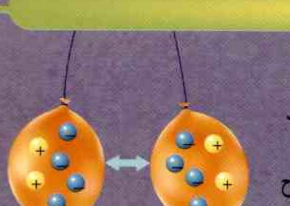


لا تستطيع الإلكترونات أن تسري.

يمكن أن تسري الإلكترونات وتصنع تيّاراً.

تحقّق بنفسك

لكي ترى كيف تؤثر الشحنات بعضها على بعض، ألصق قطعتين متساويتين من خيط من النايلون في أعلى الباب يبعد أحدهما عن الآخر 2.5 سم. أربط بالوناً بكل خيط بحيث يتلامسان وعلقهما على الارتفاع نفسه. افرك البالونين بوشاح أو كنزة صوفية. يصبح البالونان سالبي الشحنة ويبتعد أحدهما عن الآخر. إذا وضعت يدك بين البالونين، فإنهما يتحركان نحو يدك ذات الشحنة الموجبة.

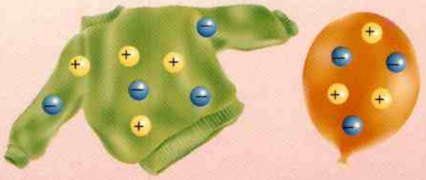


الشحنات الكهربائية المتطابقة ينفر بعضها من بعض.

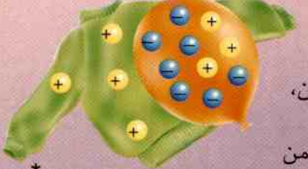
الكهرباء الساكنة

تكتسب بعض المواد العازلة شحنة عند فركها. ويحدث ذلك لأن الإلكترونات تنتقل من مادة إلى أخرى. ولا تستطيع الشحنة السريان نظراً لعدم وجود موصل، لذا تتراكم على سطح المادة. تسمّى الشحنة الكهربائية التي تحتفظ بها المادة **كهرباء ساكنة.**

تبين الأشكال أدناه كيف تتراكم الكهرباء الساكنة إذا فركت بالوناً بكنزة صوفية.

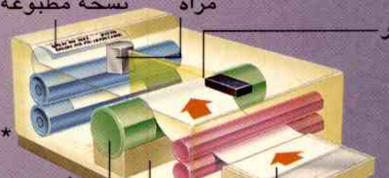


يكون البالون والكنزة محايدين كهربائيًا قبل أن يفركا.



عندما يفركان، تنتقل بعض الإلكترونات من الكنزة إلى البالون. يصبح البالون سالِب الشحنة والكنزة موجبة الشحنة. وهكذا يتعلق أحدهما بالآخر لأن الشحنات المتعاكسة تجذب بعضها بعضاً.

تستخدم أجهزة، مثل الطابعات الليزرية والناسخات بالتصوير، الكهرباء الساكنة كجزء من عملية الطباعة.



في الطابعة الليزرية، تعكس مرآة حزمة ليزرية فتصنع نقاطاً من الكهرباء الساكنة على الأسطوانة. يعلق مسحوق الطباعة على نقاط الكهرباء الساكنة ويُكبس على الورق.

البرق

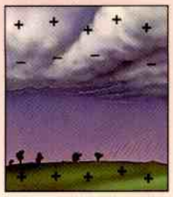
ينتج **البرق** عن الكهرباء الساكنة التي تتراكم عندما تحتك قطرات الماء الساقطة وبلورات الثلج المرتفعة بعضها ببعض في سحب العاصفة.

تكتسب قطرات الماء وبلورات الثلج شحنة عندما يحتك بعضها ببعض وبالهواء.

تتجمّع الشحنات الموجبة في أعلى الغيمة والشحنات السالبة في أسفلها. وعندما يحدث ذلك تحتشد الشحنات الموجبة معاً على الأرض تحت الغيمة.

تومض شرارة عملاقة، تدعى **صاعقة نازلة**، من الغيمة بحثاً عن نقطة ذات شحنة معاكسة على الأرض. وعندما تجدها، تصنع مساراً يليه تفريغ برقي قوي من الأرض باتجاه الغيمة. ويسمى ذلك **صاعقة راجعة.**

يحتوي البرق على مقدار كبير من الطاقة الكهربائية التي تتحوّل إلى ضوء وحرارة وصوت (رعد).



يؤدي تراكم الشحنات السالبة في أسفل الغيمة إلى تراكم الشحنات الموجبة على الأرض تحتها.

عندما يحدث البرق، يسري تيار كهربائي بين الغيمة والأرض ما يجعلهما محايدين كهربائيًّا.

يتمدّد الهواء الذي تسخّنه ومضات البرق بسرعة كبيرة، فيحدث ذلك الصوت الذي نسمعه بمثابة **الرعد.** ينتقل الضوء أسرع من الصوت، لذا ترى البرق قبل سماع الرعد ما لم تكن غيمة العاصفة فوق رأسك مباشرة.

يتفرّع التفريغ البرقي في اتجاهات كثيرة فيما يسلك طريقه نحو الأرض.

ارتباطات الانترنت

- فيلم عن الكهرباء مع اختبار.
  www.brainpop.com/science/electricity/electricity/index.weml
- موقع وب مليء بالحقائق عن الكهرباء.
  www.edisonkids.com/
- مولّدات فان دي غراف وغيرها.
  www.mos.org/sln/toe/toe.html
- وقائع كثيرة وأنشطة عن الكهرباء.
  www.yeg.co.uk/fun/
- تعلّم عن اكتشاف الإلكترون.
  www.iop.org/physics/Electron/Exhibition/section2/discovery.html
- قم بزيارة إلى مختبر فرانكنشتاين للصواعق.
  www.miamisci.org/af/sln/frankenstein
- تعلّم عن البرق.
  www.nationalgeographic.com/features/96/lightning/index.html

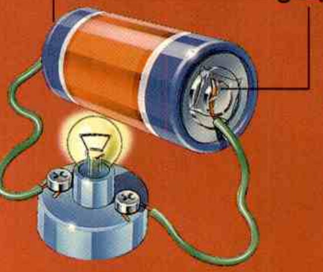
للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الدوائر الكهربائية

يسري التيار الكهربائي من مكان إلى آخر نتيجة شيء يدعى **فرق الجهد**. وذلك مماثل لفرق الضغط الذي يجعل الماء يتدفق عبر الأنابيب. ويقاس فرق الجهد عادة **بالفلط (V)**، ويدعى أيضاً **فلطيّة**. ويقاس التيّار بوحدات تدعى **الأمبير**.

تحتاج الأجهزة الكهربائية المختلفة إلى مقادير مختلفة من التيار الكهربائي.

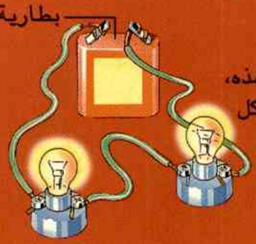
ولكي يستمر التيّار الكهربائي بالتدفق، يجب أن يكون هناك مصدر للطاقة، مثل بطارية (انظر الصفحة المقابلة) متصل بمسار توصيل غير منقطع، مثل حلقة من سلك نحاسي. يسمى المسار **دائرة (دارة) كهربائية**. ولمصدر الطاقة طرفان لهما شحنتان متعاكستان يسميان **قطبين** أو **مربطين**. وهما حيث تبدأ الدائرة وتنتهي.



يوجد فرق جهد بين مربطي البطارية. وعندما يوصّلان تتشكل الدائرة ويسري التيار.

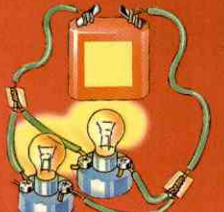
يمكن إضافة مكوّنات، مثل المصابيح، إلى الدائرة. تحوّل هذه المكوّنات الطاقة الكهربائية التي يحملها التيار إلى أشكال أخرى من الطاقة، مثل الضوء والحرارة. ويمكن ترتيب المكوّنات في دائرة ما بطريقتين اثنتين: التوالي (التسلسل) والتوازي.

في **دائرة التوالي** يمر التيار عبر المكوّنات الواحد تلو الآخر. وإذا تعطّل أحد المكوّنات تنفصم الدائرة ولا يسري التيار. مثال ذلك في سلسلة مصابيح الزينة، إذا تعطل مصباح يتوقف التيار عن المصابيح الأخرى.



في دائرة التوالي هذه، يسري التيار عبر كل مكوّن بدوره.

دائرة التوازي تضم أكثر من مسار واحد للتيار. فإذا تعطل مكوّن في مسار ما، يواصل التيار السريان عبر المسار الآخر.


في دائرة التوازي هذه، يسري التيار في عبر المكوّنات عبر مسارات مختلفة في الوقت نفسه.

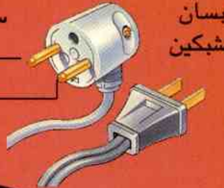
الكهرباء في المنزل

تبلغ فلطية كهرباء المنزل 240 فلط في بعض البلدان و110 فلط في بلدان أخرى. ويمكن أن تتسبّب هذه الفلطيّات الكبيرة بصدمة كهربائية مميتة. يتم وقاية الأجهزة الكهربائية **بصهيرات** تحتوي على أجزاء دقيقة جدا من السلك. تنصهر هذه الأسلاك وتنقطع فتوقف التيار إن كان قويًّا جدًّا.

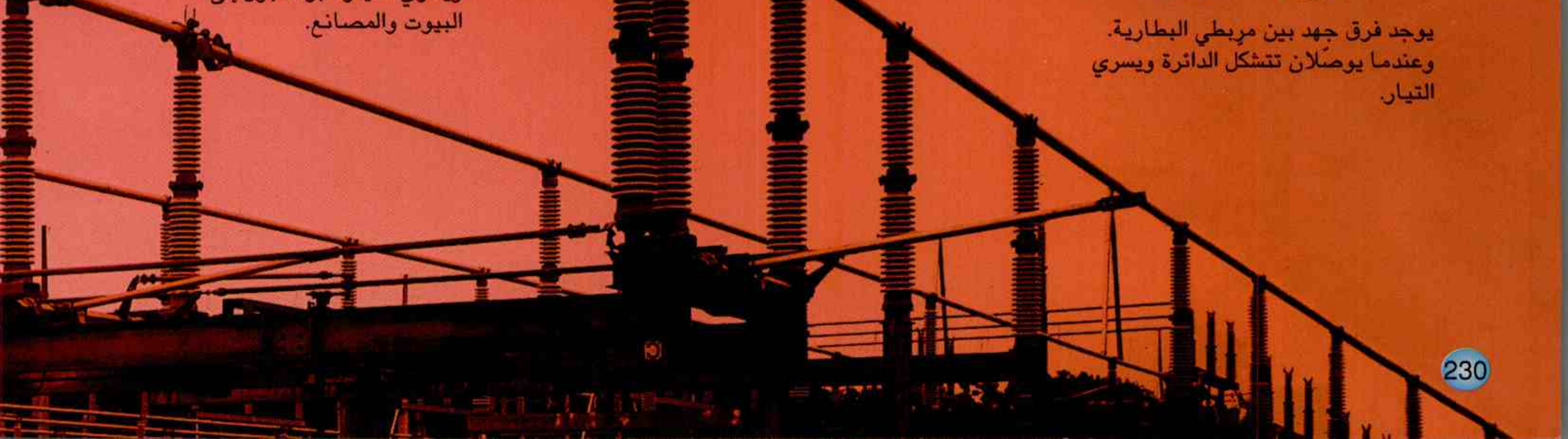
صهيرة أزيل عنها جزء من الغطاء.

تُنقل الكهرباء إلى أقسام البيت المختلفة بدوائر متوازية. تحتوي هذه الدوائر على سلكين ينقلان التيار، أحدهما **مكهرب** والآخر **محايد**. وفي بعض البلدان يوجد أيضاً سلك ثالث هو **سلك الأرضي**، وهو أداة للسلامة توفّر مساراً إلى الأرض يمكن أن يهرِّب التيار الكهربائي عبرها إذا ما طرأ عطل على القابس.

عندما يوضع القابس في المأخذ، تتصل المشابك بالنقطتين المكهربة والمحايدة في الدائرة.



قابسان بمشبكين

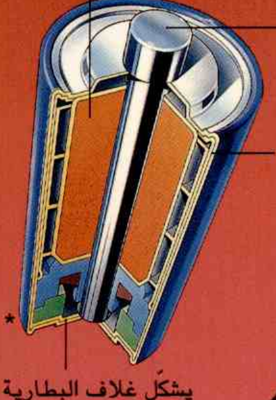

تخفّض هذه المحطة الكهربائية الفرعية الفلطيّة الكبيرة التي تتلقاها من محطة توليد الكهرباء إلى مستوى أدنى. ويسري التيار عبر الكبول إلى البيوت والمصانع.

البطّاريات

البطارية مخزن للطاقة الكيميائية التي يمكن أن تحوّل إلى طاقة كهربائية. وأكثر أنواع البطاريات استعمالاً في المنازل الخلية الجافّة. وهي تحتوي على مجموعة على معجونة تدعى الإلكتروليت (الكهرل) تحتوي بدورها على جُسَيْمات مشحونة يمكنها التحرّك. تسبّب التفاعلات الكيميائية انفصال الشحنات. تنتقل الشحنات الموجبة إلى أحد الطرفين وتنتقل الشحنات السالبة إلى الطرف الآخر.

تُنتج البطاريات تيّاراً يتحرّك في اتجاه واحد، ويدعى التيار المستمر (DC).

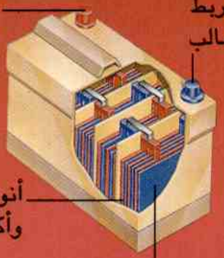
مشهد داخلي لخلية جافة



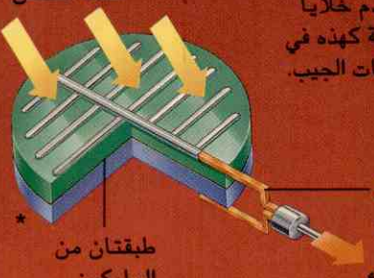
البطارية 1.5 فلط، كتلك البطارية المستخدمة في الستيريو الشخصي، تدعى خليّة أحادية. وتكون البطاريات الأكبر مصنوعة من عدّة خلايا أحادية.

الخلايا الجافّة خلايا أوّلية. عندما تنفد المواد الكيميائية الموجودة في الإلكتروليت، تنتهي البطارية. الخلايا الثانوية، أو المركمات، يمكن شحنها. وبطارية السيّارة هي نوع من الخلايا الثانوية، حيث يُعاد شحنها باستمرار بالتيار الكهربائي الذي تنتجه السيّارة.

مشهد داخلي لبطارية السيّارة

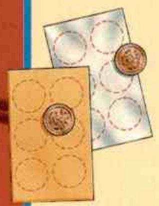


الخلية الشمسية تحوّل الطاقة الشمسية إلى كهرباء. فأشعة الشمس الساقطة على طبقتين من السليكون تجعل الإلكترونات تتحرّك فتُنتج فرق جهد بين الطبقتين.

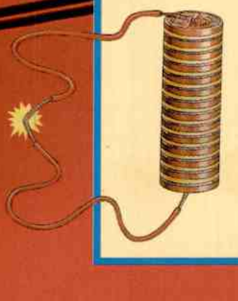


تحقّق بنفسك

لصنع بطارية بسيطة ارسم حول قطعة نقود لصنع 12 دائرة على ورقة ألمنيوم ومنشفة ورقية ثم قصها. رطب الدوائر الورقية في كوب من الماء أذيب فيه 10 ملاعق من الملح.



تحتاج إلى 12 قطعة نقود نحاسية. كدّس الدوائر في مجموعات من ثلاث (خلية) تتكوّن من رقاقة ألمنيوم وورقة وقطعة نقود. ألصق الطرف العاري لسلك نحاسي معزول بأسفل المكدس وسلكاً آخر بأعلى المكدس. لامس الطرفين الآخرين معاً. يجب أن ترى شرارة في غرفة مظلمة.



ارتباطات الانترنت

- مدخل إلى الكهرباء والدوائر الكهربائية. www.cornwallis.kent.sch.uk/intranet/subjects/science/elecmag/elec_index.html
- اختبارات كهربائية في مختبر الاكتشافات. www.exploratorium.edu/snacks/iconelectricity.html

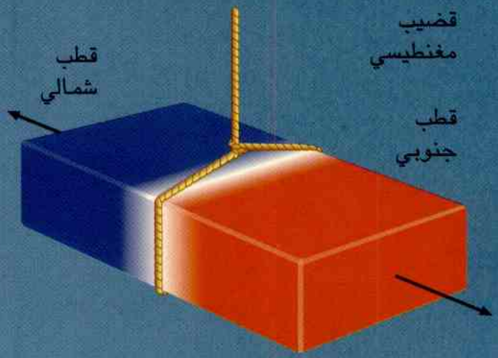
للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

المغنطيسية

المغنطيسية قوة غير مرئية تجذب بعض الفلزّات، وبخاصة الحديد والفولاذ. يقال للمواد التي تنشيء هذه القوّة إنها مغنطيسية وتسمّى **مغانط**.

الأقطاب

إذا جعلت مغنطيساً يطفو على الماء أو علّقته بخيط مربوط حول وسطه، فإنه يشير دائماً إلى اتجاه الشمال–الجنوب. يسمّى قسم المغنطيس الذي يشير إلى الشمال **القطب الشمالي** أو **المتّجه إلى الشمال**. ويسمّى الآخر **القطب الجنوبي** أو **المتجه إلى الجنوب**.



القطبان الشمالي والجنوبي لمغنطيسين يندفعان أحدهما نحو الآخر أو **يتجاذبان**. فيما القطبان الشماليان أو الجنوبيّان يدفع أحدهما الآخر بعيداً عنه أو **يتنافران**.

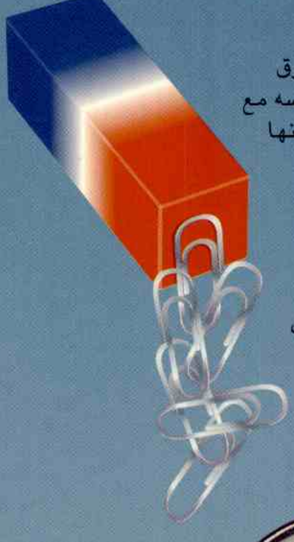
الأقطاب المتماثلة تنبذ بعضها بعضاً.

الأقطاب المتخالفة تجذب بعضها بعضاً.

أنواع المغانط

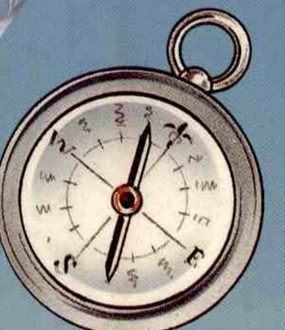
المواد التي تُمغنط (تتحوّل إلى مغانط) بسهولة تسمّى **حديديّة مغنطيسية**. ويمكن أن تكون صلبة أو طرية.

المواد الحديدية المغنطيسية الطرية، مثل الحديد، تفقد خصائصها المغنطيسية بسرعة. وتدعى المغانط المصنوعة من هذه المواد **مغانط مؤقتة**. وتحتفظ المواد الحديدية المغنطيسية مثل الفولاذ بخصائصها المغنطيسية فترة طويلة. وهي تستخدم لصناعة **المغانط الدائمة**.



تمغنط كل شبك ورق بدوره بسبب تلامسه مع المغنطيس. وكل منها مغنطيس مؤقت.

إذا أزيح المغنطيس تفقد المشابك مغنطيسيتها.

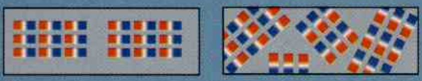


إبرة البوصلة مغنطيس دائم، وهي تشير إلى القطب المغنطيسي الشمالي للأرض.

الخرشنة المهاجرة كهذه ربما تستخدم المجال المغنطيسي للأرض للوصول إلى جهتها الصحيحة.

ثنائيات القطب والميادين

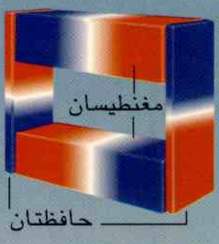
للمادة الحديدية المغنطيسية جزيئات تتصرّف بمثابة مغانط صغيرة. وهي تدعى **ثنائيات القطب**، وتتجمّع في **ميادين** تشير فيها إلى الاتجاه نفسه. عندما تتمغنط المادة، تنتظم كل الميادين وتشير إلى الاتجاه نفسه. وتفقد المادة مغنطيسيتها إذا ما اختلطت ميادينها ثانية.



عندما تكون المادة المغنطيسية في حالة غير ممغنطة، تكون ميادينها مختلطة.

عندما تمغنط تنتظم ميادينها وتشير أقطابها إلى الاتجاه نفسه.

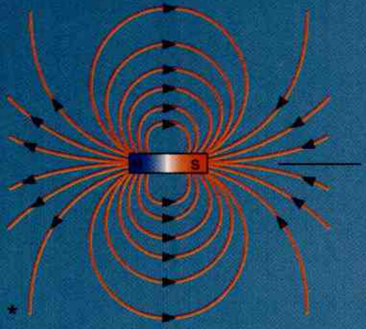
تُشكّل ثنائيات الأقطاب مجتمعة مغنطيساً، لكن كلاً منها بمفرده يحاول الاستدارة إذ تجذب أقطابها إلى الأقطاب المعاكسة للمغنطيس بأكمله. وعندما تستدير يفقد المغنطيس مغنطيسيته.



تساعد الحافظة الفلزية الموضوعة على طرفي المغنطيس في الحفاظ على مغنطيسيته. تصبح الحافظة ممغنطة وتجذب ثنائيات قطب المغنطيس إلى قطبيها.

المجالات (الحقول) المغنطيسية

تسمّى المنطقة التي تتأثر فيها الأجسام حول المغنطيس بقوّته المغنطيسية **المجال المغنطيسي**. وتبيّن قوة المجال المغنطيسي واتجاهه بواسطة **خطوط الفيض المغنطيسي**. وتبين الأسهم على الخطوط الاتجاه. ويكون المجال المغنطيسي على أشدّه عندما تكون الخطوط متقاربة بعضها إلى بعض.



خطوط فيض مغنطيسي تظهر اتجاه المجال المغنطيسي حول قضيب المغنطيس.

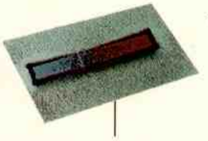
تكون الخطوط أكثر تقارباً قرب القطبين، حيث يكون المجال على أشدّه.

تبيّن خطوط الفيض المغنطيسي هذه اتجاه المجال المغنطيسي حول الأرض.

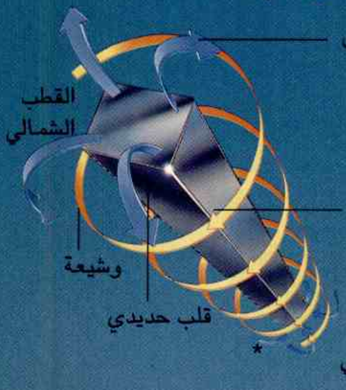
للأرض نفسها مجال مغنطيسي. وهي تتصرّف كما لو أن في وسطها قضيباً مغنطيسيا عملاقاً. يشير القطب الشمالي للبوصلة إلى نقطة تدعى **الشمال المغنطيسي**، ويشير قطبها الجنوبي إلى **الجنوب المغنطيسي**. وهما مختلفان عن القطبين الشمالي والجنوبي الجغرافيين.

تحقّق بنفسك

لرؤية خطوط الفيض المغنطيسي، انثر بعض بُرادة الحديد على صفيحة من البلاستيك الشفّاف ثم احمل مغنطيساً تحتها. تتحرك برادة الحديد لتظهر نمط المجال المغنطيسي.



مغنطيس كهربائي بسيط



يتوقّف موقع القطبين الشمالي والجنوبي في المغنطيس الكهربائي على اتجاه التيار الساري عبر السلك.

التيار الذي يسري عكس اتجاه عقارب الساعة يعطي قطباً شماليًا عندما يشاهد من الطرف.

ويعطي التيار الذي يسري في اتجاه عقارب الساعة قطباً جنوبيًا.

الكهرمغنطسية

عندما يسري تيار كهربائي عبر سلك، يُنتج مجالاً مغنطيسيًا حوله. يسمى هذا المفعول **الكهرمغنطيسية**.

يمكن تقوية المجال المغنطيسي للسلك إذا لفّ السلك في ملف. عندما يمرّ التيار عبر ملفّ، يتصرّف الملف بمثابة قضيب مغنطيسي. ويُسمّى **وشيعة أو ملفاً** وتسمّى المنطقة داخل الملف **القلب**.

إذا كان يوجد قضيب من مادة حديدية مغنطيسية طرية داخل الوشيعة. يتمغنط القضيب على الفور ويضيف مجاله المغنطيسي إلى مجال الوشيعة، وتسمى الوشيعة والقلب الحديدي المغنطيسي معاً **مغنطيساً كهربائيًا**. تجد المزيد عن المغانط الكهربائية في هذه الصفحة.

ارتباطات الانترنت

- فيلم واختبار عن المغانط.
www.brainpop.com/science/forces/magnetism/index.weml
- انقر على «E & M» للحصول على دليل تفاعلي عن الكهرباء والمغنطيسية.
www.explorescience.com/activities/
- جرّب هذه التجارب عن المغنطيسية.
www.exploratorium.edu/snacks/iconmagnetism.html
- تعلّم المزيد عن المجالات المغنطيسية.
www-spof.gsfc.nasa.gov/Education/wmfield.html
- نماذج تفاعلية عن المواد المغنطيسية.
www.iil.fr/dif/3D-crystals/magnets.html

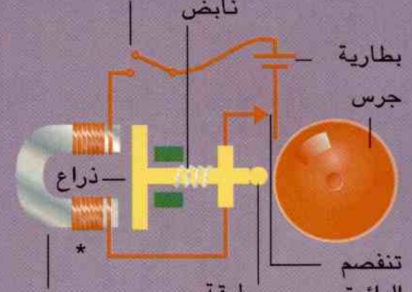
للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

استخدام المغانط الكهربائية

غالباً ما تحتوي المغانط الكهربائية على الحديد، وهو مادة حديدية مغنطيسية طرية. يفقد الحديد كل مغنطيسيّته تقريباً عندما يوقف التيار عن المغنطيس الكهربائي. ولهذا السبب توجد للمغانط الكهربائية استعمالات متعدّدة كالمفاتيح الكهربائية والأجراس والأجهزة الأزازة.

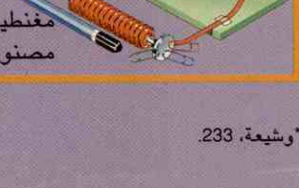
عندما تضغط على زرّ جرس كهربائي مثلاً، يسري التيار عبر ملفات المغنطيس الكهربائي ويجذب ذراعاً معدنية. وعندما تقترب الذراع من المغنطيس الكهربائي تفقد الاتصال بالملامس الذي يسري فيه التيار. فتنفصم الدائرة. ويجذب نابضُ الذراع إلى مكانها، ما يجعل مطرقة تضرب الجرس. يكمل ذلك الدائرة فتبدأ الدورة ثانية.

جرس كهربائي

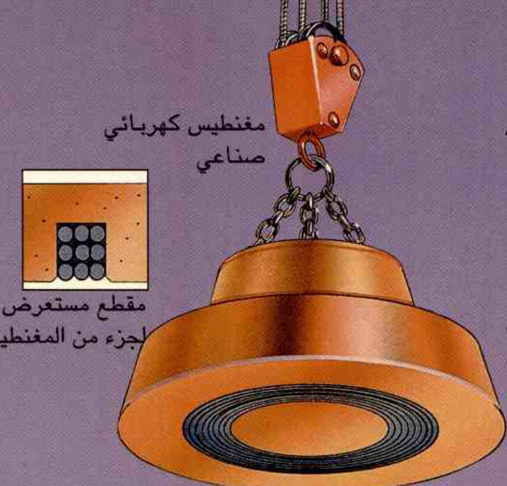


تحقّق بنفسك

يمكنك صناعة مغنطيس كهربائي باستخدام بطارية 4.5 فلط وقلم رصاص ومسمار حديدي كبير وسلك نحاسي معزول. لصنع الوشيعة*، لف السلك بإحكام حول قلم الرصاص وألصق طرفيه بالبطارية. يجب أن يكون مغنطيسك الكهربائي قوياً بحيث يؤثر على إبرة البوصلة وضعيفاً لا يستطيع رفع شيء إلى أعلى. إذا أحللت المسمار محل قلم الرصاص، تحصل على مغنطيس كهربائي يستطيع رفع مشابك الورق.



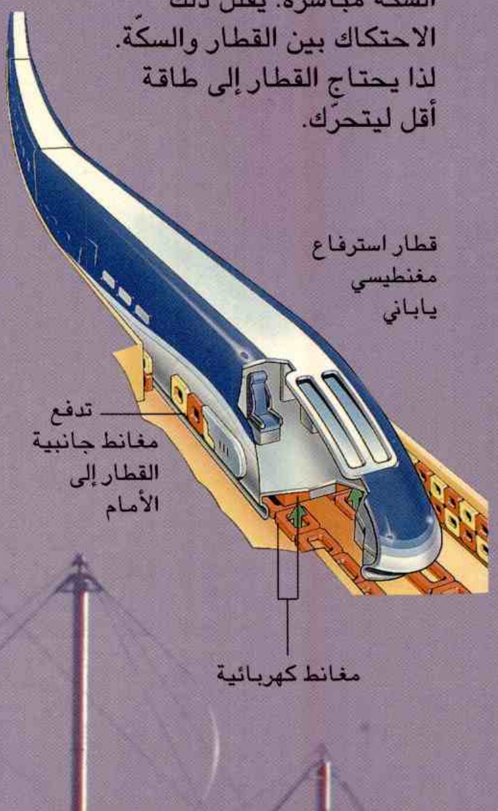
مغنطيس كهربائي مصنوع في البيت



تستخدم المغانط الكهربائية الشديدة القوّة في المشغولات الفولاذية لرفع الأحمال الثقيلة. عندما يسري التيار عبر ملف سلكي، يتمغنط الحديد فيجذب الفولاذ الذي يمكن نقله من مكان إلى آخر. وعندما يقطع التيار، يُطلق المغنطيس الكهربائي حمولته.

توجد مغانط كهربائية في أسفل قطارات **الاسترفاع المغنطيسي**. وهي تجري على سكك ذات مغانط كهربائية. تنبذ المغانط بعضها بعضاً، لذا يحوّم القطار فوق السكة مباشرة. يقلل ذلك الاحتكاك بين القطار والسكّة. لذا يحتاج القطار إلى طاقة أقل ليتحرّك.

قطار استرفاع مغنطيسي ياباني

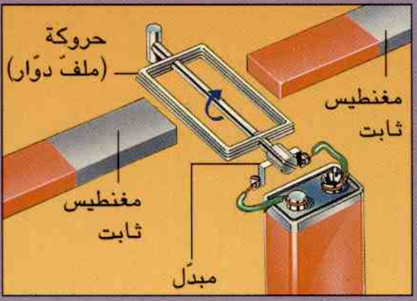


المحرّكات الكهربائية

تحوّل **المحرّكات الكهربائية** الطاقة الكهربائية إلى حركة. يحتوي المحرّك الكهربائي البسيط (انظر الصورة أدناه) على ملف سلكي مسطح يدعى **حروكة** بين مغنطيسين.

عندما يسري التيّار داخل الحروكة، يدفع ائتلاف المجال المغنطيسي للحروكة والمجالين المغنطيسيين للمغنطيسَيْن أحد جانبي الحروكة إلى أعلى والجانب الآخر إلى أسفل.

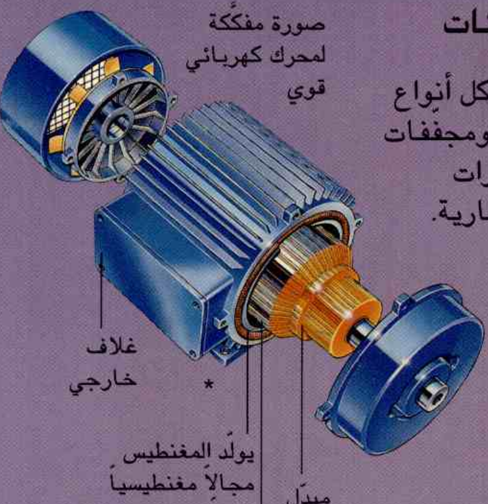
محرّك كهربائي بسيط

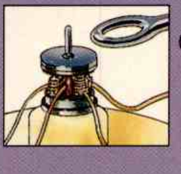


عندما تصبح الحروكة في وضع قائم، تعكس أداة تسمّى **المبدّل** اتجاه التيار الكهربائي، لذا يُعكس المجال المغنطيسي للحروكة. يجذب إلى الأسفل الآن جانب الحروكة الذي دُفع إلى أعلى، فتكمل الحروكة دورتها وتبدأ الدورة ثانية.

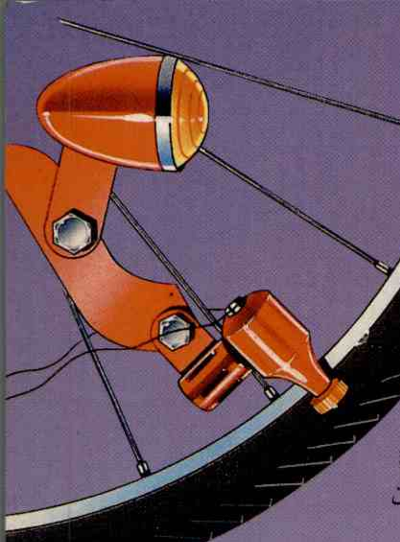
استخدامات المحرّكات

تستخدم المحرّكات في كل أنواع المعدّات، من الغسالات ومجففات الشعر، إلى ألعاب السيارات والقطارات المسيّرة ببطارية. ويجري حاليًا تطوير **محرّكات صغرية** (أنظر الصورة أدناه) لتستخدم في الجراحات المجهريّة وأبحاث الفضاء.



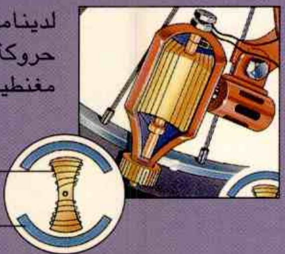


يبلغ عرض المحرك الصغري توشيبا 0.8 ملم، وهو مماثل لحجم ثقب الإبرة التي بجواره.



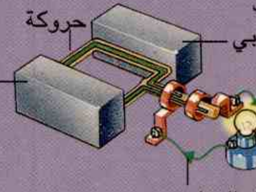
دينامو الدرّاجة

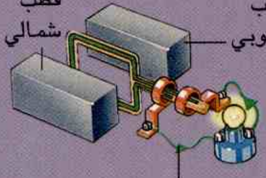
هو نوع من المولدات. يستخدم طاقة حركة العجلة لإنتاج تيّار كهربائي ينير مصباحاً.



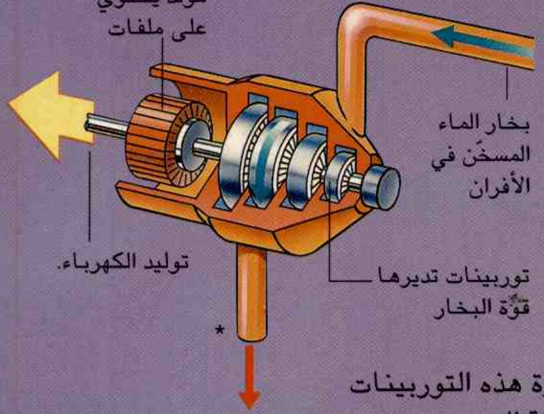
توليد الكهرباء

الدينامو أو **المولّد** آلة تحوّل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية. وهو يعمل مثل المحرّك الكهربائي ولكن بالعكس. يبيّن لك الشكل أدناه كيف يُنتج المولّد الكهرباء. عندما تنقلب الحروكة بين المغنطيسين، يبدأ التيار الكهربائي بالسريان. وعندما تمرّ الحروكة بوضعها القائم، يتغيّر اتجاه التيار، يسمى هذا النوع **التيار المتناوب (AC)**.





تولّد الكهرباء على نطاق واسع في **محطات توليد الكهرباء**. ويستخدم كثير من محطات توليد الكهرباء الطاقة الحرارية الناتجة عن إحراق الفحم لغلي الماء وتحويله إلى بخار. ويُستخدم ضغط البخار لإدارة عمود آلة تدعى **توربيناً**. يدير ذلك بدوره عمود مولد ضخم وينتج التيار المتناوب.



صورة داخلية لتوربين بخاري

تُدار أعمدة إدارة هذه التوربينات الهوائية بواسطة الريح، وتستخدم الطاقة الحركيّة لتوليد الكهرباء.

أعمدة إدارة هذه التوربينات الهوائية تحرّكها الرياح. وتستخدم الطاقة الحركية لتوليد الكهرباء.

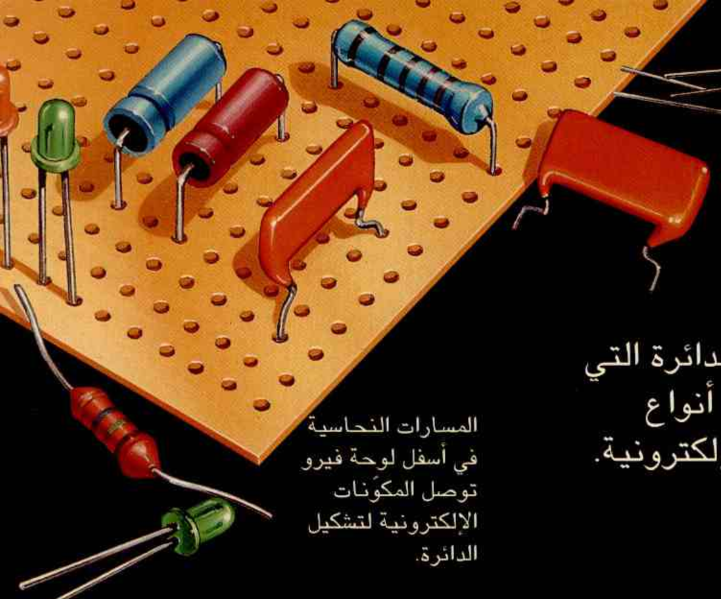
ارتباطات الانترنت

- اعرف المزيد عن كيفية عمل المحرّكات الكهربائية.
www.howstuffworks.com/motor.htm
- يبيّن لك هذا الموقع كيف تبني محرّكاً كهربائيًا بسيطاً.
fly.hiwaay.net/~palmer/motor.html
- صفحتان من الموقع نفسه. تبيّن الأولى كيف يعمل كاشف الفلزّات. وتبيّن الثانية كيف يعمل مولد الكهرباء.
micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/detector
micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/generator/ac.html
- موقعان عن الاسترفاع المغنطيسي. الأول عن القطارات، والثاني عن خطط الناسا لبناء مركبة فضائية بالاسترفاع المغنطيسي.
www.abcnews.go.com/sections/tech/DailyNews/maglev990624.html
kids.msfc.nasa.gov/News/1999/News-MagLev.asp

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

الإلكترونيّات

الإلكترونيّات هي استخدام أجهزة تُدعى **مكوّنات إلكترونية** للتحكم في طريقة سريان التيار الكهربائي في دائرة لأداء مهمّات معيّنة. وتدعى الدائرة التي يُتحكم فيها بهذه الطريقة **دائرة إلكترونية**. وتستخدم كل أنواع الآلات، مثل التلفزيونات والروبوطات والحواسيب دوائر إلكترونية.



المسارات النحاسية في أسفل لوحة فيرو توصل المكوّنات الإلكترونية لتشكيل الدائرة.

بناء الدوائر

يمكن أن تُصنع الدوائر الإلكترونية باستخدام مكوّنات مختلفة. فعلى سبيل المثال، تضمّ الدائرة البسيطة أدناه مقاوماً (انظر اليسار).

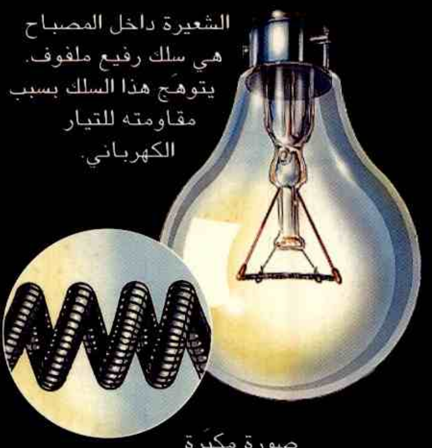
يمكن رسم الدوائر باستخدام رسوم كذلك المبيّن أدناه. ويمثل كل مكوّن باستخدام رمز دائرة مختلف. ويمكن إيجاد رموز الدوائر الرئيسية في الصفحة 409.

رسم للدائرة الكهربائية أعلاه

يمكنك صناعة دوائر بسيطة باستخدام **لوحة فيرو**. وهي تضم صفوفاً من الثقوب ومسارات نحاسية في أسفلها. تقحم المكوّنات في الثقوب من الأمام، ثم تلحم سوقها على المسارات لتشكيل الدائرة. **ولوحات الدوائر المطبوعة** لوحات بلاستيكية طبع عليها مسارات فلزّية. وتستخدم في التلفزيونات على سبيل المثال. **والدوائر المتكاملة** دوائر صغيرة محفورة على شرائح صغيرة من السليكون.

المقاومة

تسمّى قدرة المادّة على تقييد سريان التيار الكهربائي **مقاومة**. وتضمّ كل أجزاء الدائرة الكهربائية مقداراً معيّناً من المقاومة، وهي تقلل مقدار التيّار الذي يمكن أن يسري فيها في وقت معيّن. وعندما تقاوم مادّة تيّاراً كهربائياً، فإنها تحوّل قسماً من الطاقة الكهربائية إلى حرارة أو ضوء.



الشعيرة داخل المصباح هي سلك رفيع ملفوف. يتوهّج هذا السلك بسبب مقاومته للتيار الكهربائي.

صورة مكبّرة للشعيرة

تقاس المقاومة بوحدات تدعى **الأوم**، وقد سمّيت باسم جورج أوم، وهو فيزيائي من القرن التاسع عشر.

يستخدم الحرف اليوناني أوميغا كرمز للمقاومة.

المقاومات مكوّنات إلكترونية تقلّل سريان التيار. وللمقاومات ثلاثة أو أربعة أشرطة أكواد لونيّة عليها تبيّن مقدار المقاومة التي توفرها.

مخطط كود ألوان المقاومات

الأشرطة 1 إلى 3	الشريط 4
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ذهبي ± 5% فضي ± 10% لا وجود لشريط رابع ± 20%

الشريطان الأولان على المقاوم يمثّلان الأرقام. ويبيّن الثالث عدد الأصفار الموجودة إلى اليمين. ويبيّن الشريط الرابع مدى المعايرة. الأشرطة على المقاوم أدناه، مثلاً، هي الأزرق (6) والأحمر (2) والأسود (0) والذهبي (±5%)، لذا تبلغ مقاومته 62 أوم زائد أو ناقص 5%.

تبين الأشرطة على هذا المقاوم أنه يعطي مقاومة بين 58.9 و Ω65.1.

تحقّق بنفسك

باستخدام مخطط كود الألوان أعلاه، حاول أن تعرف أيّاً من هذين المقاومين له معايرة أومية أعلى (الجواب في الصفحة 447).

أنواع المكوّنات

ثمة عدة أنواع من المكوّنات الإلكترونية. وكل منها مصمَم لأداء عمل مختلف في الدائرة الإلكترونية. مثال ذلك، تصمّم الأنواع المختلفة من المقاومات لمقاومة التيار بمقادير أكبر أو أدنى في ظروف مختلفة.

يحتوي هذا الراديو الصغير على مكوّنات كهربائية كثيرة مرتبة في دائرة تدعى دائرة المضخم.

المقاوم المتغيِّر أو **الريوستات** يمكن تعديله لإعطاء مقادير مختلفة من المقاومة. ويستخدم مضبط الجهارة في الراديو مقاوما متغيِّرا لتغيير مقدار التيار، ما يغيِّر مقدار الطاقة الكهربائية التي تحوّل إلى طاقة صوتية.

مقاوم متغيِّر

تخزن **المواسعات** (**المكثِّفات**) طاقة كهربائية وتحرِّرها عند الحاجة. ويستخدم التلفزيون المواسعات لمراكمة فلطيات عالية وخزنها.

مواسعان

ثمة أنواع مختلفة من المواسعات

الترانزستورات هي مفاتيح إلكترونية. وللترانزستور ثلاثة سيقان تدعى القاعدة والمجمِّع والباعث. عندما يسري تيار صغير في ساق المجمّع يتيح الترانزستور لتيار أكبر السريان بين المجمّع والباعث. ثم يشغل الترانزستور بعد ذلك. وعندما لا يسري تيار إلى ساق القاعدة يكون الترانزستور مطفأً.

ترانزستور

يبين هذا الرسم التيارات (الأسهم البيضاء) التي تسري في الترانزستور الموجود في الدارة

المقاوم الحراري مقاوم حسّاس للحرارة تقلّ مقاومته عندما ترتفع درجة الحرارة وترتفع عندما تنخفض درجة الحرارة. وهو يستخدم في بعض أجهزة الإنذار من الحريق لاستشعار الارتفاع الكبير في حرارة الغرفة.

مقاوم حراري

وتتيح **الدايودات** (**الثنائيات**) سريان التيار عبرها في اتجاه واحد فقط. ويتوهَّج **الدايود الباعث للضوء (LED)** عندما يسري التيار عبره.

عرض لرقم بواسطة دايود باعث للضوء

دايودان باعثان للضوء

في هذه اللوحة المطبوعة للدائرة، تحتوي الأشكال البيضوية السوداء على دوائر متكاملة. ويتصل بعضها ببعض وبمكوّنات أخرى بواسطة مسارات فلزية.

ارتباطات الانترنت

- مدخل جيد جدًا إلى الإلكترونيات. webhome.idirect.com/~jadams/electronics/
- ابن راديو خاصًا بك من الكريستال. www.midnightscience.com/
- نشاطات تفاعلية تساعدك في التعلّم عن المقاومة وأكواد ألوان المقاومات. www.bwctc.northlants.sch.uk/website/html/projects/science/ks34/elec-symbols/start.html
- تاريخ موجز للإلكترونيات. micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/ohmslaw/ micro.magnet.fsu.edu/electroma/java/resistor
- تاريخ موجز للإلكترونيات. www.ee.umd.edu/~taylor/Electrons.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الإلكترونيّات الرقمية

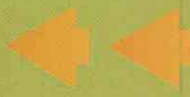
الحاسبات الجيبية تحتوي على دوائر إلكترونية رقمية.

الإلكترونيات الرقمية شكل من أشكال الإلكترونيات يستخدم النبضات الكهربائية بدلاً من التدفق المتواصل، أو الكهرباء القياسية (النظيرية). وتستخدم الإلكترونيات الرقمية في كل أنواع الأجهزة الإلكترونية، من الساعات الرقمية والحاسبات إلى الحواسيب.

الدوائر الرقمية

في الدائرة الرقمية، توجد الكهرباء في نبضات إما ذات فلطية عالية أو فلطية متدنية. وتغيّر المكوّنات الإلكترونية هذه النبضات وتعيد توجيهها فيما تتدفق خلال الدوائر.

في الدائرة القياسية، تسري الكهرباء بشكل متواصل.



في الدائرة الرقمية، تكون الكهرباء متقطعة في سلسلة من النبضات.

تتحكم دوائر رقمية في الساعة الرقمية.

يمكن استخدام النبضات الكهربائية لتمثيل المعلومات في كود ثنائي. وهو يعبّر عن المعلومات باستخدام أعداد تتكون من الرقمين 0 و1. ويمكن أيضاً ترجمة الكلمات والأصوات والصور إلى كود ثنائي أيضاً. وبما أن هناك خيارين اثنين، تستطيع الأجهزة التي تستخدم الإلكترونيات الرقمية معالجة المعلومات بسرعة كبيرة.

موجة من تيار رقمي

تمثّل النبضة ذات الفلطية العالية 1، وتمثّل النبضة ذات الفلطية المتدنية 0.

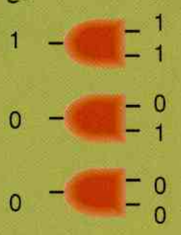
البوّابات المنطقيّة

البوّابة المنطقيّة ترتيبة من الترانزستورات المستخدمة لإجراء الحسابات في الدوائر الكهربائية الرقمية. وتغيّر البوّابات المنطقية النبضات التي تسري خلالها أو تعيد توجيهها. ولمعظم البوّابات المنطقية دخلان يتلقيان الإشارات وخرج واحد يعطي إشارة.

وثمة ثلاثة أنواع من البوابات المنطقية، يمثل كل منها برمز دائرة مختلف، كما هو مبين أدناه.

بوابة AND

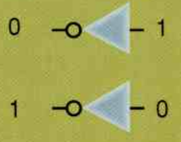
دخل — خرج



تعطي بوّابة AND الخرج 1 إذا استقبلت واحدين. وبخلاف ذلك تعطي الخرج 0.

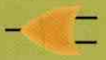
بوابة NOT

دخل — خرج

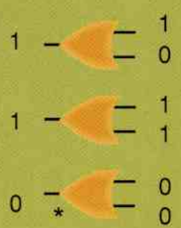


للبوابة NOT دخل واحد وخرج واحد. وهي تغيّر 1 إلى 0 و0 إلى 1.

بوّابة OR



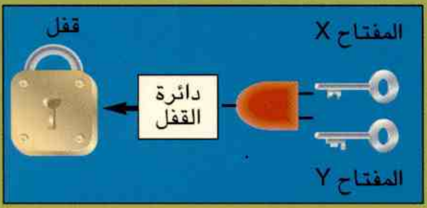
دخل — خرج



تعطي البوّابة 1 إذا استقبلت 1 في أي من الدخلين

للبوابات المنطقية استخدامات متعددة. مثال ذلك، قد تستخدم بوّابة AND في نظام أمني، مثل ذلك المستخدم في مصرف، حيث يدير موظفان مفتاحين في الوقت نفسه لفتح الخزنة. فعندما يدار المفتاحان معاً فقط، يمرّر واحدان عبر بوّابة AND فيُفتح القفل.

تستخدم هذه الدائرة الأمنية بوّابة AND بحيث لا يفتح القفل إلا عند إدارة المفتاحين X وY.



إذا كان الخرج 1، يسري التيار خلال دائرة القفل ويفتح القفل.

النطّاطات

تُجمع البوّابات المنطقية معاً عادة لصنع أجهزة أكثر تعقيداً، مثل **النطّاطات**. تدور النبضات الكهربائية ذهاباً وإياباً داخل النطّاطات في عملية تدعى تغذية مرتدة. ويمكن ذلك النطّاطات من تذكر أجزاء من المعلومات الثنائية.

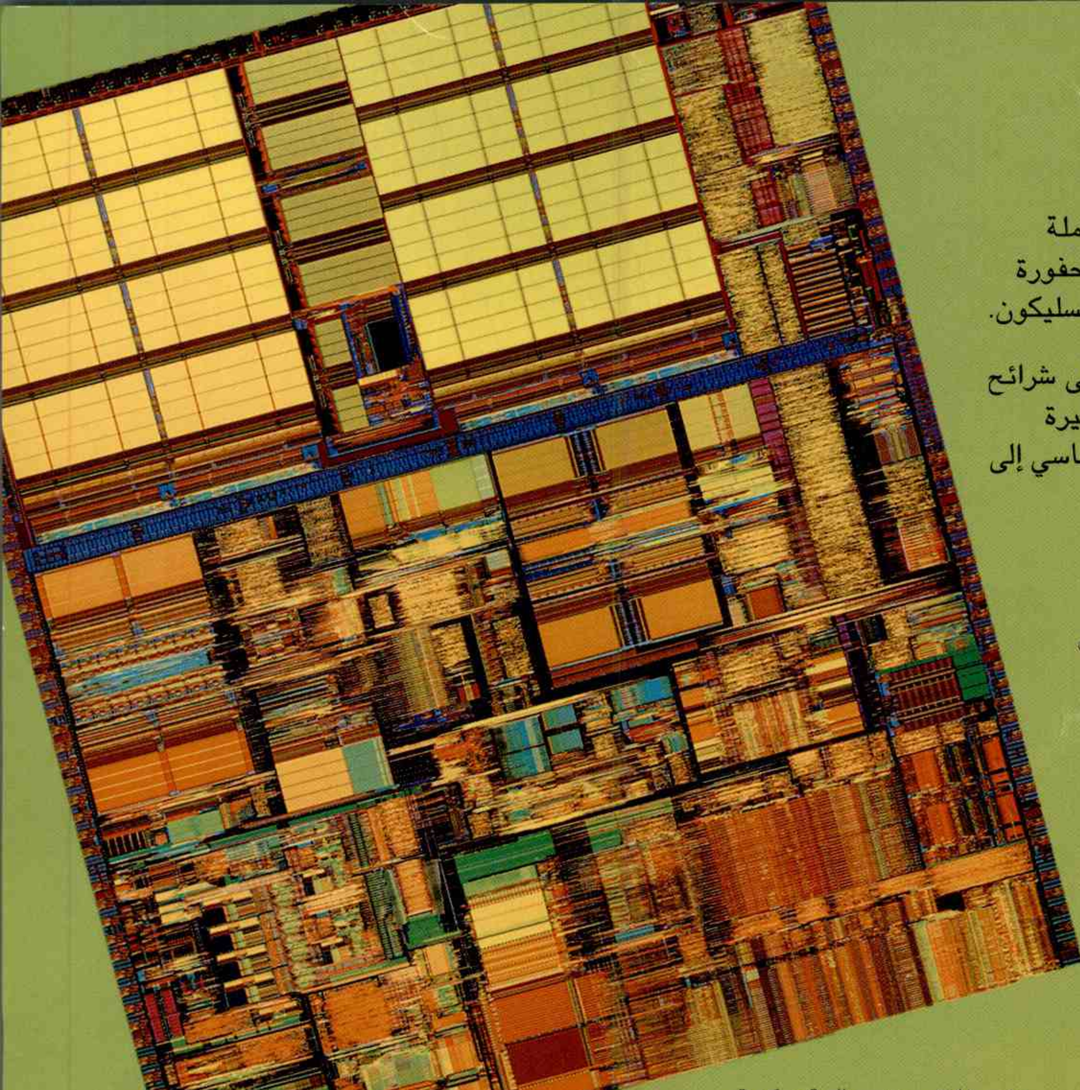
تحتوي الدوائر المتكاملة في الحواسيب (انظر الصفحة المقابلة) عادة على آلاف النطّاطات. وتتصل هذه معاً لصنع ذاكرة الحاسوب.

*ترانزستورات، 237 فلطية، 230؛ مكوّنات إلكترونية، 237.

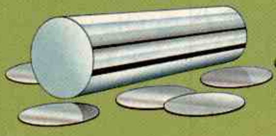
الدوائر المتكاملة

الدائرة المتكاملة، وتعرف أيضاً **بجذاذة السليكون** أو **الجذاذة**، دائرة إلكترونية كاملة تحتوي على آلاف المكوّنات الصغيرة المحفورة في قطعة صغيرة جدًّا من عنصر يدعى السليكون.

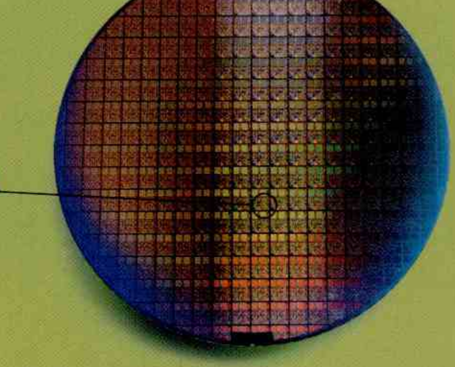
تشرّح أسطوانات ضخمة من السليكون إلى شرائح دقيقة تسمّى *رقائق*، وتُطبع الدوائر الصغيرة عليها. وبعد ذلك تقطع الرقاقة بمنشار ماسي إلى جذاذات منفردة.



هذه جذاذة وحدة معالجة مركزية، وهي الجذاذة الرئيسية في الحاسوب. تحتوي على 28 مليون ترانزستور دقيق مجمّعة في بوّابات منطقية. وتوصَل الترانزستورات بعضها ببعض بخيوط ألمنيومية دقيقة للغاية.



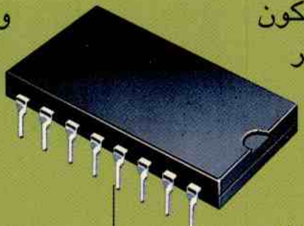
لصنع الجذاذات، تشرّح أسطوانات من السليكون إلى رقائق دقيقة.



تُطبع كثير من الدوائر على كل رقاقة، ثم تقطع الرقاقة إلى جذاذات منفردة.

يستخدم السليكون لأنه **شبه موصّل**– أي نوع من المواد التي تعمل كموصّل* أو عازل* تبعاً لدرجة حرارتها. وتكون المكوّنات التي تؤلف الدوائر شبه موصّلات أيضاً، مصنوعة من السليكون الممزوج مع مقادير دقيقة من مواد أخرى مثل الفسفور أو البور.

عندما تُصنع الجُذاذات، تركّب على قطع تركيب بلاستيكية لها قوائم سلكية لوصلها بمكوّنات أخرى على لوح الدائرة.



قوائم سلكية تصل الجذاذات بمكوّنات أخرى.

يدعى لوح الدائرة الرئيسي في الحاسوب **اللوح الأم**. وهو مكوّن من قطعة من البلاستيك تركب عليها الجذاذات. وتوصل الجذاذات بمسار معدنية مطبوعة على اللوحة الأم. وتتحكم مكوّنات أخرى في اللوحة بمقدار الكهرباء التي تسري عبر الجذاذات.

لوح صغير يدعى اللوح الابن يوصل باللوحة الأمّ.

اللوحة الأمّ

ارتباطات الانترنت

- اعرف كيف يعمل جهاز التحكّم من بعد وكيف يستخدم الأعداد الثنائية.
beakman.com/interact/remote.html
- اعرف كل شيء عن الترانزستورات.
www.lucent.com/minds/transistor/
- صفحتان من شركة مصنّعة للمعالجات الصغرية. تظهر الأولى كيف تعمل الترانزستورات، وتشرح الثانية كيف تصنع جذاذات السليكون.
intel.com/education/transworks/index.htm
intel.com/eduation/chips/index.htm
- اقرأ عن أوّل الجذاذات التجارية.
www.pbs.org/wgbh/aso/databank/entries/dt71mi.html
- فيلم واختبار عن الكود الثنائي.
www.brainpop.com/tech/computeranddigital/binary/index.weml
- كل ما يتصل بالبوّابات المنطقية.
www.play-hookey.com/digital/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*عازل، موصّل، 228.

الحواسيب

الحواسيب (الكمبيوترات) في أبسط صورها آلات تُجري الحسابات وتفرز المعلومات. عندما ابتُكرت الحواسيب في أواخر الأربعينيّات من القرن العشرين، كانت كبيرة جدًّا بحيث تملأ غرفاً بأكملها. ومنذ ذلك الحين أخذت تتحسّن باستمرار وتصبح أصغر. واليوم، ثمة حواسيب أقوى من الحواسيب القديمة ولا يزيد حجمها عن حجم هذا الكتاب.

المحرّك التحليلي، سلف الحاسوب، بُنِيَ قبل أكثر من مئة عام.

التجهيزات

تسمى القطع التي تكوّن الحاسوب **التجهيزات**. وتسمى مفردات التجهيزات التي توجد خارج العلبة المحتوية على الدوائر الإلكترونية الرئيسية **الأجهزة المحيطية**. الشاشة ولوحة المفاتيح والفأرة أجهزة محيطية.

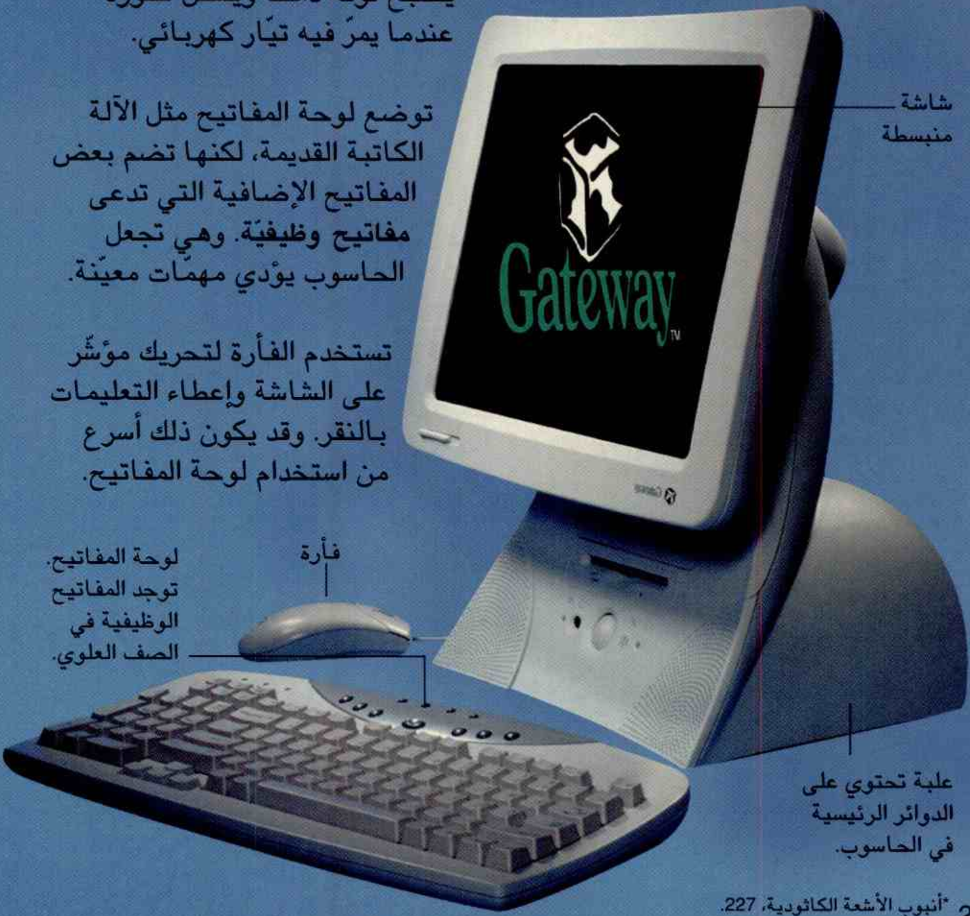
الحاسوب المعروض أدناه يسمى **حاسوباً شخصيًّا**، أو **PC**.

لهذا الحاسوب شاشة من أنابيب أشعة كاثودية*. وهي تصنع الصورة بطريقة مماثلة للتلفزيون.

الحواسيب المحمولة التي تُدعى **حواسيب حضنية**، وتلك التي تحمل باليد وتدعى **حواسيب راحيّة**، لها شاشات منبسطة. وهي تحتوي على طبقة رقيقة من محلول بلوري سائل، يصبح لونه داكناً ويشكل صورة عندما يمرّ فيه تيّار كهربائي.

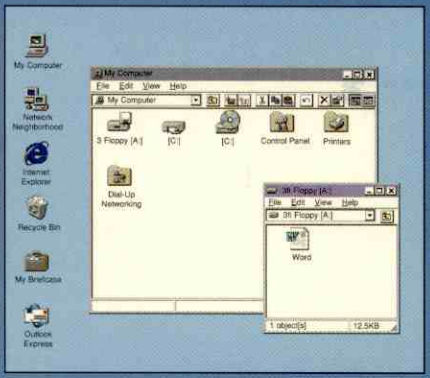
توضع لوحة المفاتيح مثل الآلة الكاتبة القديمة، لكنها تضم بعض المفاتيح الإضافية التي تدعى **مفاتيح وظيفيّة**. وهي تجعل الحاسوب يؤدي مهمّات معيّنة.

تستخدم الفأرة لتحريك مؤشّر على الشاشة وإعطاء التعليمات بالنقر. وقد يكون ذلك أسرع من استخدام لوحة المفاتيح.



البرمجيّات

لا يعمل الحاسوب إلا إذا كان ثمة مجموعة من التعليمات تدعى **برنامجاً** أو **برمجيّة** محمّلة في ذاكرته. تسمّى البرمجيات التي تتحكم بكيفية عمل الحاسوب **نظام التشغيل**. إن برمجية ويندوز التي تصنعها شركة مايكروسوفت هي نظام تشغيل.



شاشة تبيّن ملفات تحتوي برمجيّات ويندوز ومستنداته.

وتحتاج إلى برمجيّات إضافية لكي تستخدم الحاسوب لأغراض معيّنة مثل ممارسة الألعاب أو الاتصال بالإنترنت.

تحقّق بنفسك

عندما تشغّل حاسوباً شخصيًّا، راقب أسطر المعلومات التي تومض أمام ناظريك. إنه الحاسوب يدقّق في تجهيزاته وبرمجياته للتحقق من أن كل شيء يعمل بشكل صحيح.

*أنبوب الأشعة الكاثودية، 227.

يقدِّم هذا السيل من الأصفار والآحاد انطباع رسّام عن كيفية انتقال المعلومات الرقمية في الحاسوب.

البتّات والبايتات

تُجري الحواسيب كل الحسابات باستخدام كود من رقمين فحسب: 0 و1. يعرف ذلك **بالكود الثنائي**. يسمى كل 0 أو 1 **بتّاً** (وهي مختصر binary digit (bit)، أي رقم ثنائي). ومن السهل التعبير عن الكود الثنائي بنبضات من الفلطية الكهربائية العالية (1) أو المتدنية (0) خلال دوائر الحاسوب.

تسمى مجموعة من ثمانية بتّات **بايتاً**. وتستخدم لتمثيل قسم صغير من البيانات (المعلومات). ويمكن أن تمثل كثير من البايتات المجتمعة معاً بيانات معقدة.

0 1 0 0 0 0 1 0

تمثِّل هذه البايت الحرف B في لوحة المفاتيح.

المعالجة

تُجرى الحسابات داخل الحاسوب بواسطة **معالجات صغرية**. يدعى أهم معالج صغري في الحاسوب الشخصي **وحدة المعالجة المركزية CPU**. وتستطيع وحدة المعالجة المركزية التعامل مع عدة ملايين من الحسابات في الثانية.

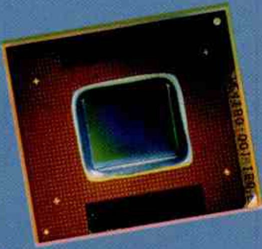
تنتقل البايتات في الحاسوب على مسارات دقيقة تدعى **باصات**. تنقل هذه المعلومات بين وحدة المعالجة المركزية وأجزاء الحاسوب الأخرى.

سرعة المعالجة

يتوقف مقدار سرعة تعامل المُعالج الصُغريّ مع المعلومات على أمرين اثنين:

- عدد البايتات التي يستطيع معالجتها دُفعةً واحدة، ويسمى ذلك **عرض النطاق**.
- عدد التعليمات التي يستطيع التعامل معها في ثانية، ويسمى ذاك **سرعة الحاسوب**. وتقاس بالميغاهرتز MHz. يقال لوحدة المعالجة المركزية التي تستطيع معالجة 500000 عملية حسابية في الثانية إن سرعتها 500 ميغاهرتز.

وحدة معالجة مركزية من إنتاج إنتل.



معالج صغري

تبدو الأقراص المُدْمَجة الحاسوبية مماثلة للأقراص المدمجة الموسيقية. وتخزن كل الأقراص المدمجة المعلومات بطريقة متماثلة.

الذاكرة

يخزن الحاسوب المعلومات في ذاكرته على مجموعة من الأقراص تدعى **القرص الصلب** أو **القرص الصلب**. ويُحتفظ بهذه المعلومات عند إطفاء الحاسوب. ويمكن أيضاً خزن المعلومات على شرائط كاسيت أو أقراص مرنة أو أقراص مدمجة CDs لاستخدامها لاحقاً أو نقلها بين الحواسيب.

وتخزن **ذاكرة الحاسوب الرامية RAM** (ذاكرة النيل العشوائي) البيانات على جذاذات سليكونية * فيما تجرى الحسابات الأخرى بواسطة وحدة المعالجة المركزية. وتفرّغ الذاكرة الرامية عند إغلاق الحاسوب.

يمكن أن يتّسع القرص المرن لمقدار صغير من البيانات.

تستطيع الأقراص المُدْمَجة خزن معلومات تبلغ 450 ضعف ما يخزنه القرص المرن.

ارتباطات الانترنت

- مدخل مسلٍّ إلى الحواسيب.
www2.magmacom.com/~dsleeth/kids/lessons/starter.htm
- اعرف ماذا يوجد داخل القرص المرن وكيف يعمل.
www.exploratorium.edu/science_explorer/dissect_disk.html
- شاهد فيلماً عن كيفية عمل الفأرة.
www.brainpop.com/tech/computeranddigital/computermouse/index.weml
- نظرة على 25 سنة من عمر المعالج الصغري. انتق نوع المتصفح للبدء.
library.thinkquest.org/13714/
- مقالة قصيرة عن إطلاق صناعة الحواسيب الشخصية.
www.pbs.or/wgbh/aso/databank/entries/dt75co.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

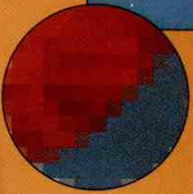
*جذاذة سليكونية، 239.

حزم البرمجيّات

هناك مئات من أنواع البرمجيّات المختلفة المتوفرة. وتتراوح هذه بين البرامج البسيطة التي تتيح لك كتابة الحروف والحزم فائقة التعقيد التي تستخدم في تصميم الطائرات النفاثة الحديثة.

صنعت هذه الصورة لطائرة إيرباص باستخدام برمجيّة تصميم فقط. وعندما أنشئت الصورة، لم تكن قد بنيت طائرات حقيقية منها.

ثمة برمجيّة متوفرة لكل نوع من الأعمال تقريباً. ففي الإعلان والنشر على سبيل المثال، تستخدم برمجيّات الرسوميات للتعامل مع الصور وإنتاج مؤثرات خاصة.



إن مسح هذه الصورة الفوتوغرافية حوّلها إلى مجموعة من المربعات الصغيرة، تدعى بكسلات. وباستخدام برمجية رسوم، تمّ تبديل البكسلات لإعطاء النتيجة المعروضة إلى اليسار.

تكبير البكسلات

تأتي البرمجيّات على أقراص مرنة أو على أقراص مدمجة CDs إن كانت تشغل حيّزًا كبيراً من الذاكرة. وهي تنزّل على القرص الصلب للحاسوب.

تحقّق بنفسك

يضم ويندوز برمجية رسوميّات بسيطة تدعى paint. ورغم أنها ليست قوية مثل البرمجيّة المستخدمة في إنشاء صور هذه الصفحة، بإمكانك استخدامها لتغيير ألوان الصورة وأشكالها.

لوحة انتقاء الألوان في paint.

التحكّم في التجهيزات

تتحكّم بطاقة الرسوميّات بكيفية ظهور الصور على الشاشة.

يتم التحكّم في عمل قطعة من تجهيزات الحاسوب، مثل الشاشة، بواسطة مجموعة من المعالجات الصغرية الموجودة على لوح دائرة مطبوعة صغير يسمى **بطاقة**.

تتصل كل بطاقة عن طريق شقب بلوح الدائرة الرئيسي. ويتم التحكم فيها بواسطة برمجيّة تدعى **برنامج تشغيل**، يجب أن يكون مركباً في القرص الصلب للحاسوب.

ويمكنك في الغالب تحسين أداء الحاسوب بنزع بطاقة وتركيب بطاقة أفضل وتحميل برنامج تشغيل جديد في الحاسوب. ويسمّى ذلك **ترقية**.

كيف أنشئت هذه الصورة

أنشئت هذه الصورة لمتزلّج باللوح على الثلج باستخدام برمجيّة رسوميّات في حاسوب ذي بطاقة رسوميّات عالية النوعية. في البداية، تمّ مسح الصورة الموجودة إلى اليمين وإدخالها إلى الحاسوب باستخدام ماسح ضوئي (انظر الصفحة المقابلة).

وباستخدام البرمجيّة، تغيّرت ألوان الخلفية فأصبحت ملفتة أكثر للنظر. ولم تكنْ يد المتزلج اليسرى تظهر في الصورة الأصلية، لذا نسخت اليد اليُسرى وعُكست وأضيفت إلى اليد اليمنى. وأضيف بعض التشويش إلى الصورة لإعطاء انطباع بالحركة.

لصنع الخلفية، رسمت خطوط بظلال من الأصفر والبرتقالي، ثم مُزجت معاً لإعطاء تأثير حلزوني قبل أن توضع الصورة فوقها.

تجهيزات إضافية

يمكن إرفاق أجهزة محيطية أخرى بالحاسوب إلى جانب التجهيزات الأساسية مثل لوحة المفاتيح والفأرة. وتضمّ هذه الطابعات والماسحات وأجهزة مثل مسجّلات الأقراص المدمجة لخزن كثير من المعلومات.

تتيح لك المجاهير الاستماع إلى الموسيقى أو الأحاديث بواسطة البرمجيات، أو بتنزيلها من الإنترنت.

يتصل هذا المِقود والدوّاسة بالحاسوب ويجعلان ألعاب القيادة الحاسوبية أكثر واقعية وإثارة.

يحوّل الماسح النص والصور إلى معلومات رقمية يمكن خزنها في الحاسوب.

كيف يعمل الماسح

*رقمي، قياسي، 238.

الشبكات

يسمى وصل الحواسيب بعضها ببعض **تشبيكاً**. وهو يتيح التشارك في المعلومات بسهولة. يمكن أن تتكوّن الشبكة من حواسيب قريبة بعضها من بعض أو على بعد آلاف الأميال فيما بينها.

تتألف أبسط الشبكات المحلية من حاسوبين فقط في غرفة واحدة.

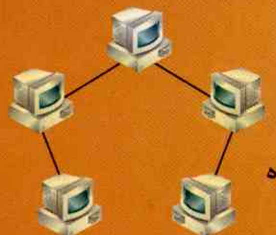
الشبكة التي تتكون من حواسيب قريبة بعضها من بعض، كما في غرفة مثلا، تسمى **شبكة محلية LAN**.

والشبكة التي تتكون من حواسيب متباعدة تدعى **شبكة إقليمية WAN**.

يمكن أن توصل الشبكة الإقليمية الحواسيب في أي مكان في العالم.

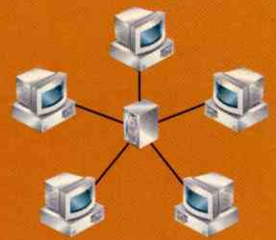
أنواع الشبكات

أبسط أنواع الشبكات يدعى شبكة **الندّ للند**. ويعني ذلك عدم وجود حاسوب منها يتحكم في الشبكة. وهذه شبكات سهلة الإنشاء.



شكل شبكة الندّ للند

في شبكات **المخدّم (الخادم)/المخدوم** (العميل)، يدعى أحد الحواسيب **مخدّماً** ويكون متحكماً في الشبكة. توضع البرامج والبيانات الهامة في المخدّم. وتجمع الحواسيب الأخرى (العملاء أو المخدومون) هذه البرامج والبيانات من المخدّم لكي تعمل. إذا لم يكن المخدّم مشتغلاً، لا يستطيع العملاء استخدام البيانات، لذا لا تعمل الشبكة.



شكل شبكة المخدّم/المخدوم

ويمكن أن تعالج شبكات المخدِّم/المخدوم معلومات أكثر من شبكات الند للندّ.

ارتباطات الانترنت

- شاهد فيلماً عن الحواسيب وأجر اختباراً لمعلوماتك.
  www.brainpop.com/tech/computeranddigital/computer/index.weml
- يضم متحف تاريخ الحاسوب الافتراضي الكثير من الوقائع والصور.
  video.dlib.vt.eu/cgi-bin/TicketWindow?DejaVu=Yes
- نظرة شاملة على الحواسيب، من الماضي إلى الحاضر.
  www.eingang.org/Lecture/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الاتصالات البُعديّة

تتصل سمّاعة الهاتف هذه بقاعدتها بواسطة سلك. وتتصل الهواتف اللاسلكية بقاعدتها باستخدام موجات راديوية.

منذ ابتكار الهاتف في سنة 1876 أدخلت تحسينات متواصلة على النظم الهاتفية حتى اليوم. وباستعمالها مع الحواسيب فُتحت طرق شتى أمام الناس لإرسال المعلومات واستقبالها. ويسمّى هذا الفرع من التكنولوجيا الاتصالات البُعدية أو الاتصالات من بُعد.

خطوط الهاتف

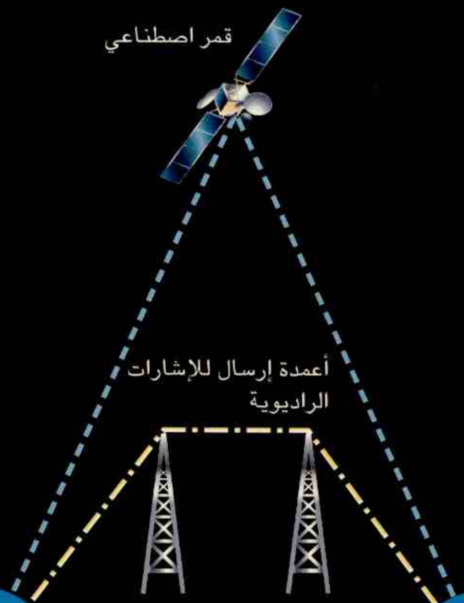
تُنقل الرسائل الهاتفية تقليديًّا بواسطة أسلاك مصنوعة من النحاس معلقة في أعمدة أو مطمورة في الأرض.

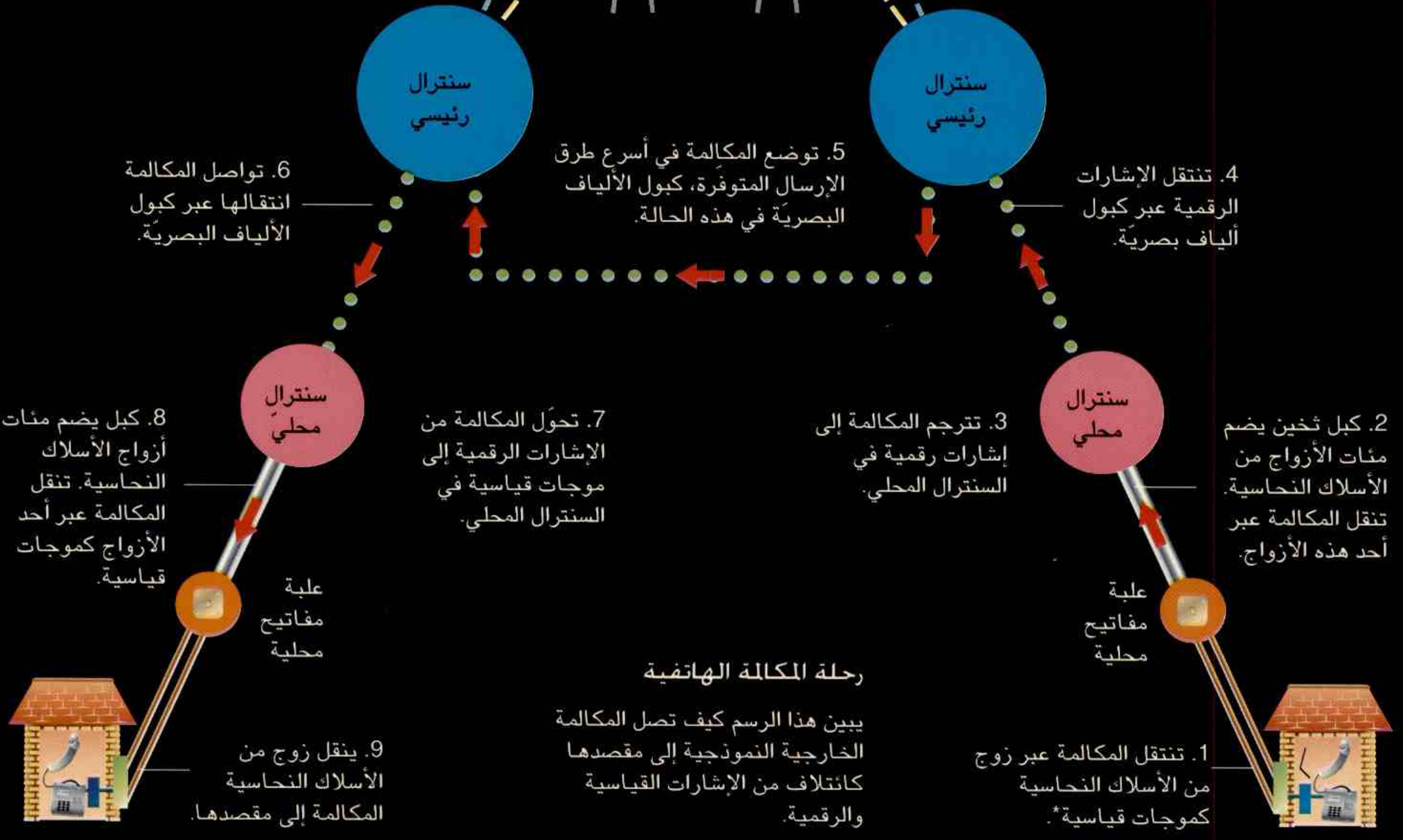
كانت هذه الأسلاك تحمل أصلاً إشارات قياسية * يولدها الهاتف. وترسل كثير من الهواتف الحديثة معلومات رقمية وتستقبلها، وهي تحتاج إلى طاقة أقل وتشغل حيّزًا أقل في السلك. ونتيجة لذلك يمكن تمرير مزيد من المعلومات عبر الخطوط.

النظام الهاتفي

يتكوّن النظام الهاتفي من شبكة معقدة من الكبول والمفاتيح والمقاسم (السِنترالات) الهاتفية.

إذا أجريت مكالمة خارجية، يمكن أن تنعكس رسالتك على قمر اصطناعي في الفضاء الخارجي، أو ترسل بين أعمدة الإرسال، أو تمرّر عبر كبول طويلة جدا. وتصل مكالمتك إلى مقصدها خلال ثوان، بصرف النظر عن الطريق الذي تسلكه.





رحلة المكالمة الهاتفية

يبين هذا الرسم كيف تصل المكالمة الخارجية النموذجية إلى مقصدها كانتلاف من الإشارات القياسية والرقمية.

* قياسي، 238.

المودمات

يتيح **المودم** للحاسوب إرسال المعلومات أو استقبالها عبر خطوط الهاتف. وكلمة مودم بالانكليزية اختصار لعبارة تعني المضمِّن- الكاشف.

يحوّل المودم المعلومات الرقمية التي ينتجها الحاسوب أو الفاكس، أو يضمّنها، إلى موجات قياسية. ثم يقوم المودم المستقبل للمعلومات بكشف الموجات أو تحويلها ثانية إلى كود رقمي يفهمه الحاسوب الآخر أو الفاكس.

مودم

سرعة الإرسال

يكون مقدار المعلومات التي يمكن إرسالها بواسطة المودم محدوداً بسرعة معالجته للمعلومات. ويمكن أن يسرّع **ضغط البيانات** ذلك ببتر المعلومات غير الحيوية.

مثال ذلك، يمكن ضغط الموسيقى باستخدام البرمجية **mp3**. يزيل ذلك أجزاء من الصوت لا تكشفها أذنيك. وتبقى نسخة مجرّدة ترسل بسرعة أكبر.

تبتر برمجية mp3 الموجات الصوتية عالية التردد جداً أو منخفضة التردد جداً الواقعة خارج نطاق السمع البشري. كما تبتر الأصوات التي تحجبها أصوات أخرى.

عرض النطاق

إن كميّة المعلومات التي يمكن تمريرها عبر خط الهاتف كل ثانية تسمّى **عرض نطاق الخط الهاتفي**. لكبول النحاس عرض نطاق محدود. أما **كبول الألياف البصرية** المصنوعة من ألياف الزجاج أو البلاستيك، فلها عرض نطاق أكبر بكثير. لكن تركيبها مكلف.

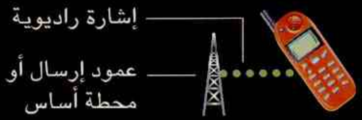
الهواتف المحمولة

لا تستخدم الهواتف المحمولة خطوط الهاتف. وبدلاً من ذلك، ترسل إشارات راديوية رقمية عبر الهواء إلى أعمدة إرسال قريبة تسمى **محطات أساس**. وتمرّر هذه الإشارة إلى المحطة التالية ثم إلى التي تلي إلى أن تصل إلى الهاتف الذي تتصل به.

كيف يعمل الهاتف المحمول

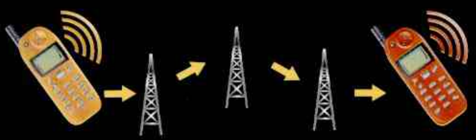
1. تطلب رقماً وتضغط على مفتاح المكالمة.

2. يختار هاتفك القناة الراديوية المتاحة ويرسل إشارة راديوية رقمية برقم الهاتف إلى أقرب محطة أساس.



3. ترسل المحطة الأساس الإشارة إلى شبكة المحطات الأساسية إلى أن تعثر على الهاتف الذي تتصل به.

4. يرسل الهاتف الذي تتصل به رسالة عبر المحطات الأساسية تبلغ إن كان متوفراً أم لا. عندئذ يمكنك سماع صوت الرنين.



هنا ترى الضوء يشع من نهايات حزمة من كبول الألياف البصرية. تحمل كبول الألياف البصرية المعلومات الرقمية كنبضات من الضوء.

تحقّق بنفسك

جرب طلب رقم فاكس من هاتفك. عندما يجيب الفاكس عن مكالمتك، تسمع صوتاً ذا طبقة عالية. هذا صوت مودمه الداخلي وهو يرسل رسالة صغيرة. وتهدف الرسالة إلى التحقق ما إذا كان الطالب فاكساً، وإن كان كذلك، أن يبدأ بإرسال المعلومات.

ارتباطات الانترنت

- اعرف عن الهاتف وتاريخه وصانعه وتطوره التكنولوجي.
  www.att.com/technology/forfun/brainspin/
- جرب القيام بإرسال راديوي، أو تعلّم عن تاريخ الراديوات وعلمها.
  www.pbs.org/wgbh/aso/tryit/radio/
- شاهد أفلاماً عن التلفزيون والراديو.
  www.brainpop.com/tech/communication/tv/index.weml
  www.brainpop.com/communication/radio/index.weml
- تعلّم عن الهواتف والهواتف الخلوية. انقر «next article» في كل صفحة لكي تجد المزيد.
  www.howstuffworks.com/telephone.htm
  www.howstuffworks.com/cell-phone1.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

الإنترنت

الإنترنت شبكة حاسوبية واسعة تربط ملايين الحواسيب في كل أنحاء العالم بعضها ببعض. وهي توفر الوصول إلى المعلومات التي يضعها فيها الأفراد والشركات والمؤسسات. ويمكن أيضاً استخدام الإنترنت لتبادل المعلومات وإرسال الرسائل وشراء الحاجيات.

أسس الإنترنت

يتصل معظم الناس بالإنترنت، أو **يدخلون إليها** باستخدام برمجية تدعى **متصفِّحاً**.

إن البنية الأساسية للإنترنت توفّرها شركات الهاتف. فخطوط هواتفها تحمل المعلومات التي ترسل وتستقبل عندما تستخدم الإنترنت.

يعتمد معظم المستخدمين في المنازل على **موفِّري خدمة الإنترنت** للوصول إلى الإنترنت. عندما تكون **متصلاً** بالشبكة تنطلق الرسائل من حاسوبك عبر خط الهاتف إلى حواسيب موفر خدمة الإنترنت القوية. تعمل الحواسيب مثل مكاتب البريد الإلكترونية فتفرز الأشياء وترسلها في غضون ثوان معدودة.

شبكة الوب العالمية هي أشهر أجزاء الإنترنت وأوسعها استخداماً.

شبكة الوب العالمية

شبكة الوب العالمية مصدر هائل للمعلومات ومكان لإجراء التجارة الإلكترونية (انظر الصفحة المقابلة). وهي تتكوّن من آلاف من مواقع الوب الإفرادية. ويتكوّن كل موقع من مستندات مفردة تدعى صفحات وب.

HTML

تكتب صفحات الوب باستخدام لغة حاسوبية تدعى **لغة توسيم النصوص التفاعلية HTML**. إن كنت تنظر إلى صفحة وب، يمكنك عرض كود HTML بنقر الزر «View» ثم اختيار «Source».

الارتباطات التشعبية

توجد بعض الكلمات والصور المضاءة في صفحات الوب. انقر عليها فتظهر، أو تنزّل، صفحة جديدة تضم معلومات ذات صلة. يدعى ذلك **ارتباطاً تشعبيًا**. وتمكنك هذه الارتباطات من الانتقال بسرعة من صفحة إلى صفحة على الوب.

أسـمـاء الإنترنت

لكل معلومة في الإنترنت عنوان يدعى إيرل **URL** (**محدِّد مواقع المصادر المنتظم**). يمكنك الإيرل من استدعاء المعلومة الصحيحة التي تريد. كما يحدّد التنسيق (يسمى **البروتوكول**) الذي ترسل به الرسائل.

إيرل

http://www.howstuffworks.com/web-server.htm

http:// هذا هو اسم **البروتوكول**، ويعني بروتوكول نقل النص التفاعلي.

www.howstuffworks.com/ هو اسم **الميدان**. يحدّد ذلك اسم الموقع ومخدِّم الوب الذي يوجد فيه.

web-server.htm هو **مسار الملف**. هذا هو اسم الملف الذي تخزن فيه الصفحة. ويبين قسم *htm.* أن الملف مكتوب بكود HTML.

أنواع العـنـاوين وأمـاكـنـهـا

القسم الأخير من اسم الميدان يدعى **ميدان المستوى العلوي**. وإليك بعض الأمثلة وما الذي تشير إليه:

- Com. - مؤسسة تجارية
- edu. - مدرسة أو مؤسسة تعليمية
- gov. - وكالة حكومية
- org. - مؤسسة لا تتوخى الربح (خيرية)

وتضم بعض أسماء الميادين حرفين إضافيين لتحديد البلد الموجودة فيه. مثال ذلك:

- es. - إسبانيا
- th. - تايلند
- uk. - المملكة المتحدة

البريد الإلـكـتروني

البريد الإلكتروني طريقة لاستخدام الحاسوب من أجل إرسال الرسائل إلى مستخدمي الإنترنت الآخرين. تكتب البريد الإلكتروني وترسله باستخدام برمجية خاصة للبريد الإلكتروني مثل Outlook Express الذي تنتجه مايكروسوفت.

يرسل البريد الإلكتروني عبر خط الهاتف إلى موفر خدمة الإنترنت ثم يُرسل إلى موفر خدمة إنترنت المتلقي حيث تنتظر التسليم عندما يدخل المتلقي على الإنترنت.

ولعناوين البريد الإلكتروني ثلاثة أقسام. وإليك عنوان نموذجي:

joeschmo@slugpost.com

joeschmo هو الاسم الذي قرر الشخص استخدامه عند إرسال البريد الإلكتروني واستقباله

@ تعني عند

slugpost.com هو اسم **الميدان**. ويكون عادة اسم موفر خدمة الإنترنت بالنسبة للمستخدمين في المنازل.

التجـارة الإلـكـترونية

يمكن استخدام الإنترنت لبيع الأشياء وشرائها. ويسمى ذلك **تجارة إلكترونية**. ويمكن طلب السلع والخدمات التي تعرض للبيع على موقع وب بشكل مباشر بملء استمارة طلب تظهر على صفحة الوب.

تمكّن التجارة الإلكترونية الناس من شراء أي شيء تقريباً، وفي أي زمان ومن أي مكان. لكن ذلك يعني عدم تمكنك من تفحص البضائع أو تجربتها قبل شرائها.

الإنترنت المحمولة

ثمة قسم من الإنترنت يمكن الوصول إليه بواسطة الهواتف المحمولة. وهو يعرض صفحات وب مكتوبة بواسطة بروتوكول مختلف وتضم قليلاً من الصور. تكون الصفحات أبسط من صفحات الإنترنت العادية لأن خطوط الهاتف المحمول لا تستطيع نقل مقدار المعلومات الموجودة في صفحة الوب العادية بسرعة كافية.

يمكنك النفاذ إلى الإنترنت وإرسال البريد الإلكتروني بواسطة الهاتف المحمول.

تحقّق بنفسك

لكي ترى مقدار سرعة انتقال البريد الإلكتروني من مكان إلى آخر، جرِّب إرسال رسالة إلى نفسك. اكتب عنوانك في نافذة «:To» ثم انقر على «Send». (لا تحتاج إلى إضافة اسم للموضوع حتى لو طلبت برمجية البريد الإلكتروني ذلك).

يجب أن يعود البريد الإلكتروني من موفر خدمة الإنترنت (قد يكون في بلد آخر) خلال ثوان. لكنه قد يستغرق وقتاً أطول تبعاً لانشغال الإنترنت في ذلك الوقت.

ارتباطات الانترنت

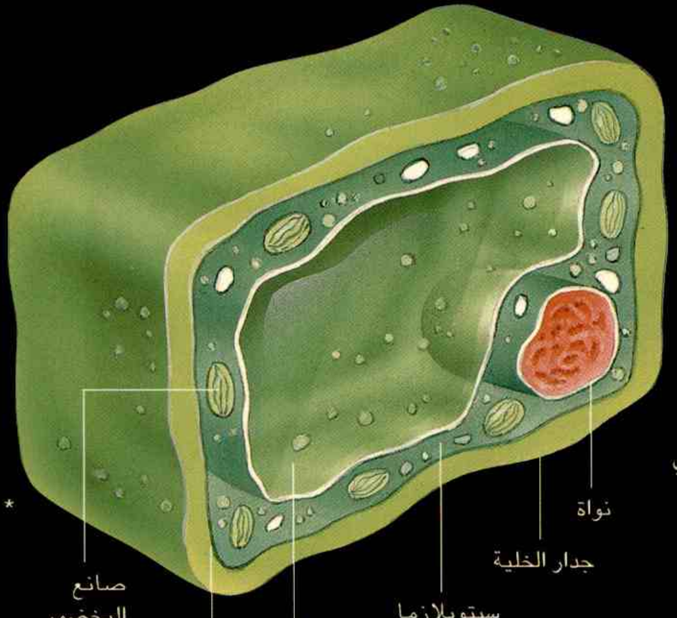
- موقع ممتاز عن الإنترنت.
  www.school.com
- مدخل عظيم إلى الإنترنت.
  www.att.com/technology/forstudents/brainspin/networks
- عرض تفاعلي بسيط لكيفية عمل الإنترنت.
  beakman.com/interact/inter.html
- شاهد فيلما عن الإنترنت.
  www.brainpop.com/tech/communication/internet/index.weml
- نظرة موجزة عن الإنترنت وشبكة الوب.
  www.pbs.org/wgbh/aso/databank/entries/dt92ww.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

النباتات والفطريّات

خلايا النبات

يتألف كل كائن حي من بنيات بالغة الصغر تسمّى **الخلايا**. وتحتوي النبتة على عدد من مختلف أنواع الخلايا، يؤدي كل نوع منها دوراً مهماً في إبقائها على قيد الحياة، مثل امتصاص الماء والمعادن أو صنع الطعام.



منظر داخلي لخلية نباتية

بنية الخلية

تشبه الخلايا النباتية الخلايا الحيوانية* في عدّة نواح، لكنها أكبر عموماً وتملك بعض المزايا غير الموجودة في الخلايا الحيوانية. ومعظمها يساعد النبات في صنع طعامه داخل خلاياه.

يوجد حول كل خلية نباتية **جدار خلية**. يتألف هذا الجدار من مادة متينة اسمها **السليلوز**، ويساعد الخلية على الاحتفاظ بشكلها. ويوجد مباشرة تحت جدار الخلية طبقة رقيقة اسمها **غشاء الخلية**. والخلايا الحيوانية تملك هي أيضاً غشاء للخلية، لكنها تفتقد إلى جدار الخلية.

والفجوات هي أكياس مليئة بالسائل. ولمعظم الخلايا النباتية فجوة كبيرة دائمة مليئة بسائل سكري اسمه **نسغ الخلية**، مؤلف من الماء ومواد مذابة.

ولجميع الخلايا النباتية، مثل الخلايا الحيوانية، **نواة** تتحكم في النشاطات الحاصلة داخل الخلية. وتكون النواة محاطة بمادة شبيهة بالهلام اسمها **سيتوبلازما**، حيث تطفو فيها بنيات أصغر حجماً اسمها **العضيات**. ولهذه الأخيرة وظائف عدّة.

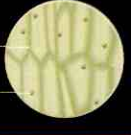
صانعات اليخضور هي مثلاً عضيّات تحتوي على مادة كيميائية خضراء اسمها **اليخضور (الكلوروفيل)**. وهي تمنح النباتات لونها وتساعدها في صنع الطعام.

صانع اليخضور

لصانعات اللون، أو **صانعات الصبغ** وظيفة مماثلة. فهي تمنح بعض الأزهار، والخضر مثل الجزر، لونها الخاص.

تحقّق بنفسك

يمكنك استعمال المجهر لمشاهدة الخلايا النباتية. أنت بحاجة أولاً إلى شريحة من البصل النيء. خذ قطعة من الشريحة، واستعمل الملقط لإزالة الغشاء الرقيق الذي يغطيها. ضع الغشاء على شريحة مجهر زجاجية وانظر إليها عبر المجهر، شرط أن تكون الإنارة من تحتها. قد تتمكن من مشاهدة النواة وجدران الخلية.



هذا ما تبدو عليه خلايا الورقة تحت المجهر. تشير البقع الداكنة داخل الخلايا إلى النوى.

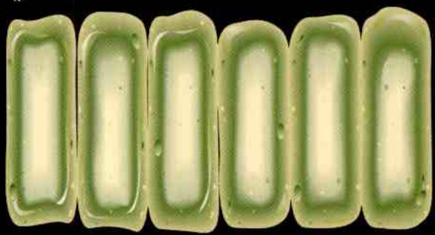
* خلايا حيوانية، 298–299.

خلايا متخصصة

ليستْ كل الخلايا النباتية متشابهة تماماً. فبعضها يمتاز بأشكال وبنيات مختلفة، ما يتيح لها القيام بوظائف خاصة. يعرف ذلك باسم **التخصّص**.

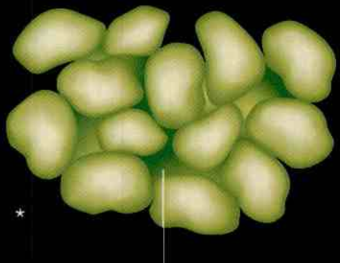
فخلايا النسيج العمادي مثلاً موجودة مباشرة تحت السطح العلوي للورقة. وهي تمتاز بشكلها العمودي، وتحتوي على عدد كبير من صانعات اليخضور.

خلايا عمادية



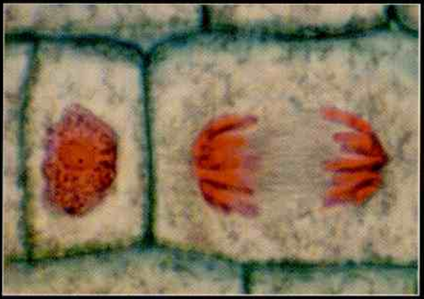
والخلايا الإسفنجية موجودة داخل الورقة، تحت طبقة الخلايا العمادية. وهي تمتاز بشكلها غير المنتظم الذي يسمح بتكوّن فسحات هوائية بينها.

خلايا إسفنجية



انقسام الخلايا

تستطيع الخلايا الانقسام لإنشاء خلايا جديدة بهدف النمو أو الترميم. يحدث انقسام الخلايا في مرحلتين. في المرحلة الأولى، واسمها **الانقسام الخيطي (التفتلي)**، تنقسم النواة إلى جزئين، بحيث يصبح كل منهما نواة جديدة. وكل واحدة من النواتين الجديدتين، واسمها **النواة الوليدة**، تكون مماثلة للنواة الأصلية.

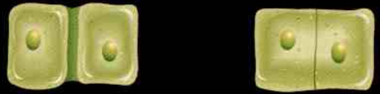


صورة مجهرية تظهر الانقسام الخيطي الحاصل في خلية. لقد انقسمت النواة إلى اثنتين.

في المرحلة الثانية من انقسام الخلية، واسمها **الانقسام السيتوبلازمي**، ينشأ خط انقسام يدعى **الصفاحة الوسطى**. تمتد هذه الصفاحة في وسط السيتوبلازما. وتتراكم جدران خلية جديدة بمحاذاة الصفاحة الوسطى لفصل الخليتين الجديدتين.

انقسام السيتوبلازما في خلية نباتية

خلية نباتية بعد حدوث الانقسام التفتلي



النسيج النباتي

تنضم خلايا النوع نفسه بعضها إلى بعض لتكوين أنواع من **النسيج**. وتتألف معظم النباتات من ثلاثة أنواع من النسيج: الأدمي والأرضي والوعائي.

النسيج الأدمي يؤلف الطبقة السطحية لمعظم النباتات.

ويحتل **النسيج الأرضي** معظم المساحة الداخلية للنباتات الصغيرة.

أما **النسيج الوعائي** فهو مسؤول عن نقل الطعام والماء والمواد الأخرى حول النبات. لمعرفة المزيد عن ذلك انظر صفحة 254.

ارتباطات الانترنت

- صور مجهرية الكترونية لخلايا مختلفة، مع معلومات عن وظائفها.
  library.thinkquest.org/3564/gallery.html
- دراسة للخلايا الحقيقية للنواة (تلك المحتوية على نوى) مع صور ممتعة.
  www.biology.arizona.edu/cell_bio/tutorials/pev/page3.html
- أوصاف واضحة وبصرية لأجزاء الخلايا.
  koning.escu.ctstateu.edu/cell/cell.html
  www.cellsalive.com/cells/plntcell.htm
- دليل مفصل عن الخلايا النباتية وانقسام الخلايا، مع أفلام وصور.
  www.geocities.com/CapeCanaveral/5229/n_1.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

السوق والجذور

يكون النبات محمولاً أساساً بساقه وجذوره. وهي تؤدي في معظم النباتات دوراً مهماً في نقل السوائل. يتألف الساق والجذور من أجزاء متعددة، تتغير مع تقدم النبات في العمر. يمكنك الحصول على مزيد من المعلومات حول هذه التغيرات في الصفحتين 256-257.

بنية الساق

الساق هو الجزء **الهوائي** من النبات أو الجزء الرئيسي منه الموجود فوق سطح الأرض. وهو يحمل النبات وينمو صعوداً عادة. تحتوي السوق على منظومة من **النسيج الوعائي** الذي ينقل الماء والمعادن عبر النبات.

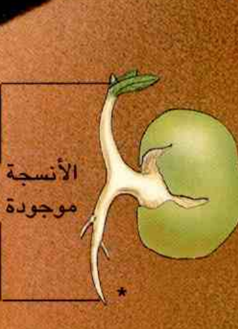
والفرع هو ساق جديد ينمو من بذرة أو من الساق الأساسي للنبات. أما **البرعم** فهو نتوء صغير في الساق، ينمو فيصبح فرعاً جديداً أو زهرة. وهناك نوعان مختلفان من البراعم، **البراعم الطرفية والبراعم الإبطية.** تعرف البراعم الإبطية أيضاً باسم **البراعم الجانبية** أو **الثانوية.**

الأجزاء الرئيسية في الساق

يحتوي هذا الساق السميك على منظومة من الأنابيب التي تنقل الماء والطعام عبر النبات.

النموّ

يطلق على مجموعة الخلايا التي تنقسم لتوفير نمو جديد اسم **النسيج القسوم.** تكون الأنسجة القسومة الأساسية موجودة في طرف الفرع والجذر، ويطلق عليها اسم **الأنسجة القسومة القمية.** تجدر الإشارة إلى أن النسيج القسوم الناشىء في الساق الرئيسي أو الفرع هو جزء من البرعم الطرفي.



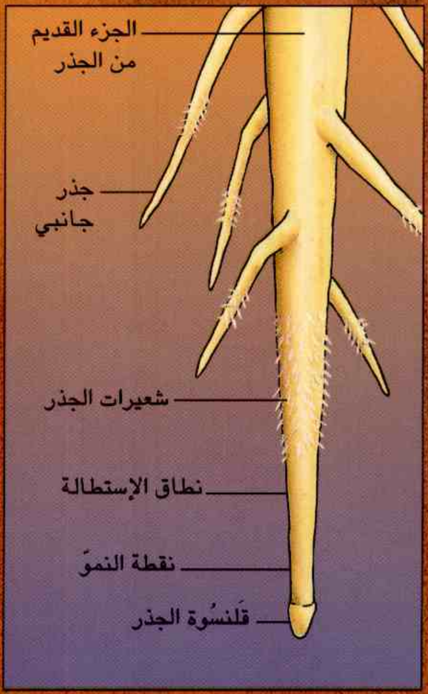
أجزاء الجذر

ينمو جذر النبات عادة تحت الأرض. وهدفه الأساسي امتصاص الماء والمعادن من التربة. وتمتص هذه عبر بنيات بالغة الصغر شبيهة بالخيوط، اسمها **الشعَيْرات الجذرية**. يعمل الجذر أيضاً بمثابة مرساة فيثبت النبات بإحكام في التربة.

ينمو الجذر حين تنقسم الخلايا الموجودة مباشرة قبل نهايته. تسمى هذه المنطقة **نقطة النموّ**، وتسمى مساحة الخلايا الجديدة الناشئة **نطاق الاستطالة**. تمتاز الخلايا الجديدة بجدران خلايا طرية، ما يتيح لها التمدّد طولياً أثناء امتصاص الجذر للماء.

وحين تطول الخلايا الجديدة، تدفع طرف الجذر أكثر في التربة. وتوجد طبقة من الخلايا اسمها **قلنسُوة الجذر** تحمي طرف الجذر أثناء دفعه في الأرض.

أجزاء الجذر



*

أنواع الجذور

تتخذ الجذور عدة أشكال وأحجام حسب النبات الذي تنمو منه. وتؤدي بعض الجذور مهام معينة، مثل السماح للنبات بالتشبث بأجسام أخرى.

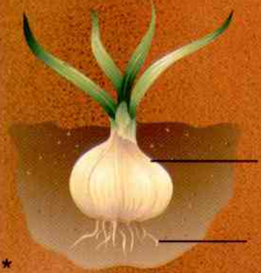
الجذر الوتدي، أو **الجذر الرئيسي**، هو جذر كبير يشتمل على جذور أصغر حجماً تنمو منه. تسمى هذه الجذور الصغيرة **الجذور الجانبية** أو **الجذور الثانوية**. وهناك العديد من الخضار، كالجزر، هي عبارة عن جذور وتدية منتفخة تعرف باسم **الخضار الجذرية**.

*

الجذور الليفية هي منظومة من عدّة جذور متساوية الحجم، تنتج كلها جذوراً جانبية أصغر حجماً.

*

والجذور العَرَضية تنمو مباشرة من الساق. وتنجم عن فسائل البستاني أو تنمو من نوع خاص من الجذر اسمه البصلة*.



*

الجذور الهوائية لا تنمو عادة في الأرض. ويستطيع معظم هذه الجذور امتصاص الرطوبة من الهواء. كما تستخدمها بعض النباتات، مثل اللبلاب، للتسلق.

أما **الجذور الدعامية** فهي نوع خاص من الجذور الهوائية التي تنمو خارج الساق، ثم تنزل إلى الأرض. وهي تحمل النباتات الثقيلة، مثل المنغروف التي تنمو في أرض موجودة غالباً تحت الماء.

*

تحقّق بنفسك

انظر إلى نبتة معينة وحدد أجزاء الساق التي تستطيع التعرّف إليها. انتبه إلى الأشكال والأحجام. لكن حذار من إتلاف النبتة.

ارتباطات الانترنت

- دراسة سهلة الفهم عن انقسام الخلية. انقر على "Sequence of mitosis" لمشاهدة صفحة من الصور التي تظهر انقسام خلية جذر.
www.microscopy-uk/mag/artaug99/mitosis.html
- معلومات مفصلة عن السيقان والجذور، مع صور ورسوم بيانية واضحة، فضلاً عن ارتباطات بمواضيع ذات صلة.
daphne.palomar.edu/wayne/tjune99.htm
- دراسة مفصلة عن مختلف أنواع السوق والجذور.
bio2000.ucdavis.edu/plb11-98/Roots/roots-stem-leaf.htm
- إعرف مدى قوة جذور النباتات.
daphne.palomar.edu/wayne/pljuly96.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

*بصلات، 278.

النسيج النباتي

تعرف كل النباتات، باستثناء الطحالب والحزاز والكبدية، **بالنباتات الوعائية**. ومعنى ذلك أنها تحتوي على منظومة معقدة من **النسيج الوعائي** يوفر الدعم وينقل الطعام والماء عبر النبات.

أنواع النسيج

يتألف النسيج الوعائي من نوعين أساسيين من النسيج، نسيج الخشب واللحاء.

ينتقل الماء من الجذور إلى الأعلى بواسطة **نسيج الخشب**. وفي النباتات المزهرة، يتألف هذا النسيج من أنابيب تسمى **الأوعية**. وتحتوي هذه الأخيرة على خلايا طويلة ورفيعة اسمها **الألياف** توفر الدعم فيما بينها. وتتألف الأوعية من خلايا عمودية الشكل فقدت جدران التقسيم الخاصة بها. أما **القصيبات أو الخلايا الوعائية**، الموجودة في النباتات غير المزهرة، فهي أطول وأضيق من الأوعية.

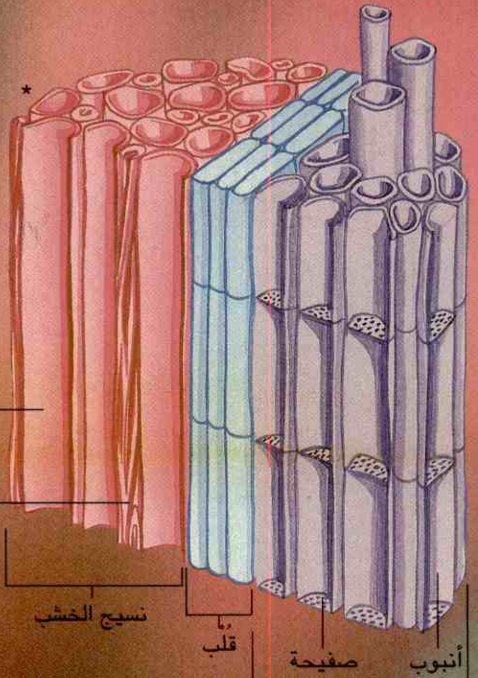
يذوب الغذاء الذي تصنعه الأوراق في الماء وينتقل إلى كل أنحاء النبات بواسطة **اللحاء**. يتألف هذا الأخير من خلايا ناقلة للسائل اسمها **الأنابيب الغربالية**. تملك هذه الأنابيب خلايا أخرى مرصوصة حولها للدعم.

تكون الأنابيب الغربالية مرتبة في أعمدة طويلة. ولها جدران خلوية، لكنها تفتقد إلى النواة* والسيتوبلازما*. أما الجدران الطرفية الموجودة بين الخلايا، واسمها **الصفائح الغربالية**، فتضم فتحات بالغة الصغر تسمح للسوائل بالمرور عبرها.

يطلق على النسيج الأول الذي يكوّنه النبات الجديد اسم **النسيج الأولي**. ويعتبر نسيج الخشب **نسيجاً خشبياً أولياً** فيما يعتبر اللحاء **لحاءً أوليًا**.

يوجد نسيج وعائي داخل سوق التوليب هذه. يتولى هذا النسيج دعم النبات ونقل الطعام والماء الى كلّ أجزائه.

مقطع من النسيج الوعائي في نبات مزهر



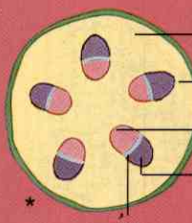
بين نسيج الخشب واللحاء توجد طبقة من الخلايا الرقيقة والضيقة الجدران اسمها **القلب**. وبإمكان خلايا هذه الطبقة الانقسام، الأمر الذي يولّد المزيد من نسيج الخشب واللحاء.

*سيتوبلازما، نواة، 250.

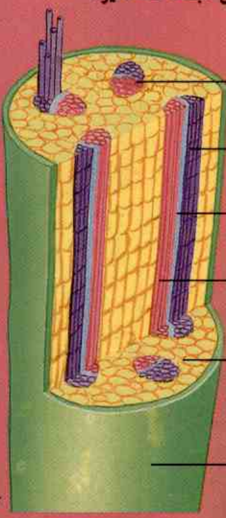
في داخل الساق

يكون النسيج الوعائي في السوق الصغيرة، مرتباً عادة في مجموعات اسمها **الحزم الوعائية**. وتكون هذه الأخيرة محاطة بنسيج اسمه القشرة. وفي النباتات المعروفة بذوات الفلقتين*، تكون الحزم مرتبة في نمط منتظم، كما هو مبين أدناه.

مقطع مستعرض لساق نبتة صغيرة من ذوات الفلقتين



صورة داخلية لساق نبتة صغيرة من ذوات الفلقتين



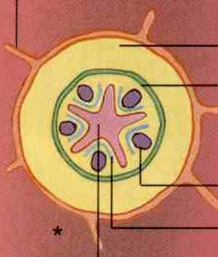
في سوق ذوات الفلقتين المعمّرة، تنضم الحزم لتكوين لبّ مركزي اسمه **الأسطوانة الوعائية**. ويمكنك قراءة المزيد عن النسيج الوعائي في النباتات المعمّرة في صفحة 256.

وفي النباتات المعروفة باسم أحاديات الفلقة*، مثل التوليب إلى اليمين، لا تكون الحزم الوعائية منتظمة في الساق.

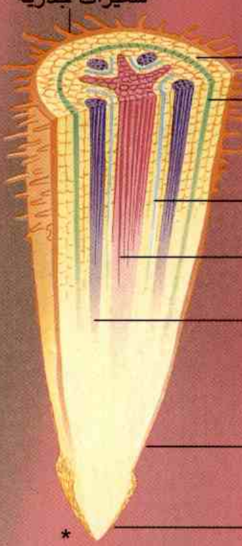
في داخل الجذر

في الجذر الصغير، يكون النسيج مرتباً بطريقة مختلفة عما هو في الساق. ويتكوّن لب مركزي كلما تقدم النبات في العمر.

مقطع مستعرض لجذر نبتة صغيرة من ذوات الفلقتين



صورة داخلية لجذر نبتة صغيرة من ذوات الفلقتين



تحقّق بنفسك

جرّب هذا الاختبار لمشاهدة نسيج الخشب في عود كرفس. إملأ وعاء بثلاثة سنتيمترات تقريباً من الماء، وأضف بضع قطرات من الحبر أو ملوّن الطعام. شذّب طرف عود كرفس طازج واغمسه في الماء. وبعد ساعتين تقريباً، يمكنك مشاهدة نسيج الخشب بشكل نقاط ملونة في نهاية العود.

أنسجة أخرى

تكون كل أجزاء النبات الصغير محاطة بطبقة رقيقة من النسيج تسمّى الأدمة. وفي السوق المعمّرة، تحل الأدمة محل القلف، فيما تحل محلها في الجذور المعمّرة طبقة من الخلايا الصلبة اسمها **الأدمة الخارجية**، ثم القلف. أما النسيج الخارجي الذي يغلف النبات، مثل الأدمة، فيعرف **بالنسيج الأدمي**.

تحيط أدمة السوق والجذور بمساحة من **القشرة**. وفي الجذور، تسمى هذه المساحة **الأدمة الباطنية** نظراً لكونها الطبقة الأعمق. تتألف القشرة أساساً من **النسيج الحشوي**، وهو نوع من النسيج فيه خلايا كبيرة وعدد كبير من الفضاءات الهوائية. وفي بعض النباتات، يوجد أيضاً بعض **النسيج الضام**، وهو نوع من النسيج الدعامي فيه خلايا طويلة وسميكة الجدار. وهذان النوعان من النسيج هما من النسيج الأرضي*.

وتعرف الطبقة العلوية من الأدمة **بالقُشَيْرة**. وهي مؤلفة من مادة شمعية اسمها **الكوتين**. تمنع القُشَيْرة النبات من فقدان الماء أو امتصاص الكثير منه.

تمنح القشيرة الشمعية هذه الأوراق مظهرها اللامع.

ارتباطات الانترنت

- عنوانان يوفران معاً لمحة إجمالية عن بنية النبات، مع صور ورسوم بيانية مفيدة.
gened.emc.maricopa.edu/bio/bio181/BIOBK/BioBookPLANTANAT.html
gened.emc.maricopa.edu/bio/bio181/BIOBK/BioBookPLANTANATII.html
- دراسة مفصلة عن النسيج في النبات الخشبي، بالإضافة إلى صور مجهرية لخلايا في النباتات المكتنزة والذابلة (راجع الصفحة 263).
www.microscopy-uk.org.uk/mag/artoct99/plantupright.html
- دراسة طويلة وإنما منطقية عن بنية النبات.
www.sirinet.net/~jgjohnso/plants.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

*أحاديات الفلقة، 295؛ ذوات الفلقتين، 295؛ نسيج أرضي، 251.

داخل النباتات المعمَّرة

تعمل النباتات التي تعيش لعدد كبير من السنوات، كالأشجار، على تكوين نسيج جديد يدعم نسيجها الأولي الأصلي. تسمي هذه العملية **التثخّن الثانوي**. يتألف النسيج الجديد من نسيج أكثر نقلاً للسوائل، يتكوّن في وسط النبات تقريباً، ونسيجٍ واقٍ، يتكوّن في الجهة الخارجية.

يمكن أن تعيش أشجار السكوية العملاقة أكثر من 2500 عام. وهي تنتج الكثير من النسيج الثانوي.

نموّ النسيج

يتم إنتاج النسيج الجديد في السوق الصغيرة على مراحل عدة، وهو ما يعرف **بالنسيج الثانوي**. وتختلف هذه العملية قليلاً في الجذور، لكن النتيجة الإجمالية هي نفسها.

في الساق، يبدأ التثخّن الثانوي عند تكوّن المزيد من القلْب (نسيج النمو) بين الحزم الوعائية*. يلتحم هذا النسيج لتكوين أسطوانة متواصلة من النسيج.

يبدأ القُلب بإنتاج المزيد من النسيج الخشبي واللِحاء. ويجتمع هذان الاثنان معاً لتكوين **أسطوانة وعائية**. وفي كل عام، تنتج طبقات جديدة من النسيج الخشبي واللحاء.

مع مرور الوقت، يزداد تثخّن الساق والجذور، ويعرف النبات حينها باسم **النبات الخشبي**. يكون نسيج الخشب الجديد **نسيجاً خشبياً ثانوياً**، فيما يكون اللحاء الجديد **لحاء ثانوياً**.

كذلك فإن لب النسيج الوعائي، الذي يتألف بمعظمه من نسيج الخشب، يصبح أكبر حجماً. عند هذه المرحلة، يطلق على النسيج الخشبي اسم **الخشب**. إلا أن اللحاء لا يزداد عرضاً لأن نسيج الخشب يدفعه نحو الخارج.

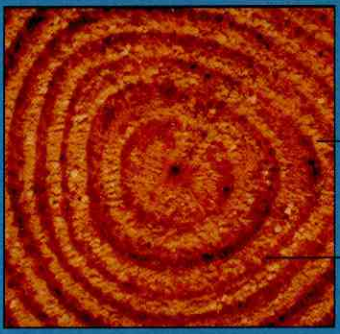
*حزم وعائية، 255.

أنواع الخشب

تشير الحلقة الواحدة من النسيج الخشبي في المقطع المستعرض لنبتة كبيرة إلى نموٍ مقداره سنة واحدة، ويطلق عليها اسم الحلقة السنوية. ولكل حلقة مساحتان منفصلتان- **الخشب الربيعي** و**الخشب الصيفي**.

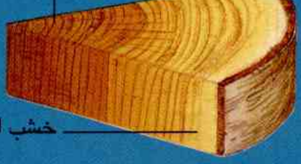
يتكوّن الخشب الربيعي الطري (المعروف أيضاً **بالخشب المبكر**) بسرعة في أول فصل النمو. ويتميز بخلاياه الكبيرة. أما الخشب الصيفِي الأكثر صلابة، أو **الخشب المِتأخر**، فيتم إنتاجه لاحقاً. وتكون خلاياه أصغر حجماً ومتراصّة جداً ببعضها البعض.

حلقات سنوية في جذل شجرة



بعد عدد من السنوات، يمكن أن تنقسم الحلقات السنوية نفسها إلى مساحتين منفصلتينِ. تسمى المساحة الأقرب إلى الوسط، حيث الحلقات أكثر قدماً، **خشب القلب**. تكون أوعيتها* صلبة وعاجزة عن نقل السوائل، لكنها لا تزال توفر الدعم للنبات.

أما المساحة الخارجية من الحلقات فتعرف باسم **خشب النسغ**. وأوعيتها قادرة على نقل السائل. كما أن خشب النسغ يساعد أيضا في دعم الشجرة.



تحقّق بنفسك

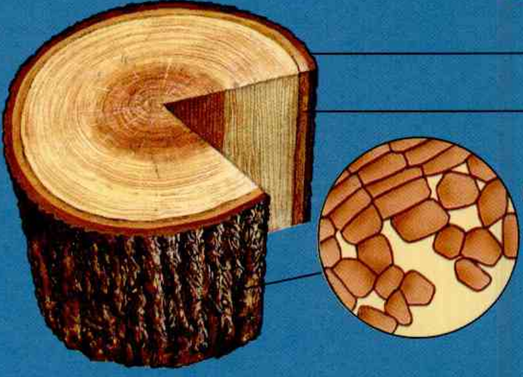
يمكنك عدّ الحلقات في جذل الشجرة لمعرفة عمر الشجرة. فعلى سبيل المثال، تشير الخمسون حلقة إلى أن الشجرة كان عمرها 50 عاماً عندما جرى قطعها.

النسيج الخارجي

بالإضافة إلى النسيج الوعائي الجديد، تكوّن النبتة المعمّرة أيضا طبقات إضافية من النسيج الواقي حول محيطها الخارجي. تنشأ هذه الطبقات من طبقةٍ واحدةٍ من الخلايا المنقسمة على الدوام واسمها **مولِّدة الفلّين** أو **قلْبُ الفلين**.

وكلما دفعت طبقة خارجية جديدة كوّنتها مولّدة الفلين إلى الخارج بسبب نشوء طبقاتٍ جديدة في داخلها، تموت تلك الطبقة لتصبح قلفاً صامداً للماء. يحتوي هذا القلف على فتحات بارزة بالغة الصغر اسمها **العُدَيْسات**، حيث يتم تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون. وكلما تقدمت الشجرة في العمر، تراكمت طبقات القلف، ما يجعل الجذع أكثر كثافة وقوة.

بنية القلف في شجرة ناضجة



يحول القلف دون جفاف الشجرة ويساعد في حمايتها من المرض. وبما أن القلف عاجز عن النمو أو التمدد، فإنه ينشطر أو يتقشّر حين يصبح الجذع أعرض، وتنشأ تحته طبقات جديدة من القلف.

بعض أنواع القلف

يمتاز خشب البتولا الفضي بقلف ورقي.

يتميّز قلف السنديان الانكليزي بشقوق عميقة.

يتقشر قلف الصنوبر الاسكتلندي إلى قطع صغيرة.

تمتاز أشجار الزان بقلفٍ رقيق جداً.

ارتباطات الانترنت

- صمم شجرتك الخاصة، وتعرف إلى كيفية تأقلمها مع مختلف المناخات. انقر على "The Shape Of Trees" للبدء.
  www.muohio.edu/dragonfly/trees.htmlx
- الكثير من المعلومات المذهلة حول الأشجار، بما في ذلك الحلقات السنوية.
  domtar.com/arbre/english/start.htm
- معلومات ممتعة حول الحلقات السنوية وكيفية تكوّنها، مع صور مرفقة.
  daphne.palomar.edu/wayne/trjuly99.htm
- معلومات مصورة عن اللحاء والخشب والجذور والأوراق.
  library.thinkquest.org/17456/bark1.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

*أوعية، 254.

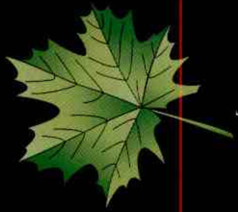
الأوراق

أوراق النبات الأخضر هي الأجزاء الرئيسية لصنع الغذاء فيه. فهي تصنع الطعام من خلال عملية اسمها **التركيب الضوئي**. ويطلق على أوراق النبات مجتمعة اسم **الأوراق**. وللأوراق عدة أحجام وأشكال مختلفة، ولكن لها نوعين أساسيين فقط: الأوراق البسيطة والأوراق المركّبة.

تمتاز أوراق الخنشار الريشية الشكل بوريقات ريشية.

الأوراق البسيطة

تتألف **الأوراق البسيطة** من نصل ورقي واحد اسمه **الصَفيْحَة**. والزنبق والدردار والقيقب هي أمثلة على النباتات ذات الأوراق البسيطة.



ورقة قيقب

الأوراق المركّبة

تتألف **الأوراق المركَبة** من نصال صغيرة اسمها **الوُريقات** تنمو من ساق مركزية. والبرسيم والخنشار هما مثالان على النباتات ذات الأوراق المركّبة. ويختلف عدد الوريقات وترتيبها في الورقة المركبة بين نبات وآخر.

تملك **الأوراق الراحية** خمس وريقات أو أكثر تنمو من نقطة واحدة.

كستناء الحصان

تملك **الأوراق الثلاثية الوريقات** ثلاث وريقات نامية من نقطة واحدة.

برسيم أبيض

أما **الأوراق الثلاثية** فهي نوع من الورقة الثلاثية الوريقات، تتألف كل وريقة منها من ثلاثة فصوص.

زهرة الحوض

في **الأوراق الريشية** الشكل، تكون **الوريقات** مرتبة في أزواج متقابلة على طول الساق.

ورقة ريشية

أما **الورقة الثنائية أو الثلاثية التريَش** فهي ورقة ريشية ذات وريقات ريشية.

ورقة ثنائية التريش

ورقة ثلاثية التريش

أنساق الأوراق

يمكن أن تترتب الأوراق على الساق بعدة طرق. **فالأوراق المتقابلة** مثلاً هي أزواج أوراق تنمو أجزاؤها من جوانب متقابلة في الساق. **والأوراق المتصالبة** هي أوراق متقابلة بحيث يشكل كل زوج زاوية قائمة مع الزوج الذي قبله.

تملك شجيرة البقس أوراقاً متقابلة.

تملك هذه الساليقارية الأرجوانية أوراقاً متصالبة.

والأوراق المثقوبة هي أوراق أحادية أو مزدوجة، تكون قواعدها محيطة بالساق.

إن أوراق الحشيشة الصفراء هي أوراق مثقوبة.

تشير كلمة **الوردية أو الحلزونية** إلى دائرة من الأوراق التي تنمو من نقطة واحدة. ومن الأمثلة على ذلك نذكر **الوردية القاعدية**، التي تنمو عند قاعدة الساق.

تملك زهرة المساء أوراقاً تشكل وردية قاعدية.

تنمو **الأوراق المتناوبة** بصورة فرديّة على الساق، وليس في مجموعات أو أزواج. **والأوراق الحلزونية** هي أوراق متناوبة تنمو من نقاط منفصلة تشكل حلزوناً حول الساق.

تملك هذه المخلَدة أوراقاً حلزونية.

أوراق متخصّصة

تكون بعض الأوراق مكيّفة لأداء مهام خاصة. وهي موجودة عادة في النباتات التي تنمو في مكان أو مناخ معين.

القنابة هي ورقة في قاعدة ساق الزهرة. وهي تحمي البراعم في أغلب الأحيان.

ينمو زوج من **الأذنات** في قاعدة ساق الورقة. وهو يحمي البرعم أثناء تكوّنه.

الحالق هو ورقة أو ساق خاص على شكل خيط، يلتفّ حول دعامة أو يلتصق بها.

الشوكة هي ورقة معدّلة، تكون رقيقة وحادة. وتكون مساحتها السطحية أصغر كثيراً من معظم الأوراق، ما يمنعها من فقدان الكثير من الماء.

يملك هذا الصبّار البرميلي العديد من الأشواك الرقيقة.

حوافّ الورقة

يطلق على حروف الورقة اسم **حافَة الورقة**. ولبعض الحواف شكل خاص يساعد النبات في عيشه. فالورقة ذات الحواف المتموّجة مثلاً تسمح بوصول المزيد من الضوء إلى الأوراق التي تحتها. وفي ما يلي وصف لبعض حوافّ الأوراق الشائعة.

تفتقد **الحواف الكاملة** للورقة إلى أي نوع من التثلم.

ليلك

تمتاز **الحواف المنشارية** للورقة بأسنان متعرّجة بالغة الصغر.

لايم

تؤلف **الحواف المفصّصة** للورقة مقاطع اسمها **الفصوص**. وقد تكون أيضاً منشارية أو مسنّنة.

سنديان انكليزي

تحقّق بنفسك

إجمع بعض الأوراق النضرة التي تساقطت حديثاً من الأشجار أو النباتات الأخرى، وقارن أشكالها وأنساقها. للحفاظ على الأوراق، يمكنك تسطيحها بين أوراق محارم أو أوراق نشَافة تحت بعض الكتب الثقيلة. أتركها لمدة أسبوعين حتى تجفّ.

ارتباطات الانترنت

- خلاصة جيدة لكل أنواع الأوراق البسيطة والمركّبة. انقر على "esvMore Lea" للاطلاع على المزيد من الحقائق بشأن أشكال الأوراق. *mbgnet.mobot.org/sets/temp/lftypes.htm*
- انظر إلى قوالب البرنيق في أسطح الأوراق التي جرت معاينتها تحت مجهر. *www.microscopy-uk.org/mag/art9 7b/epider.html*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

بنية الورقة

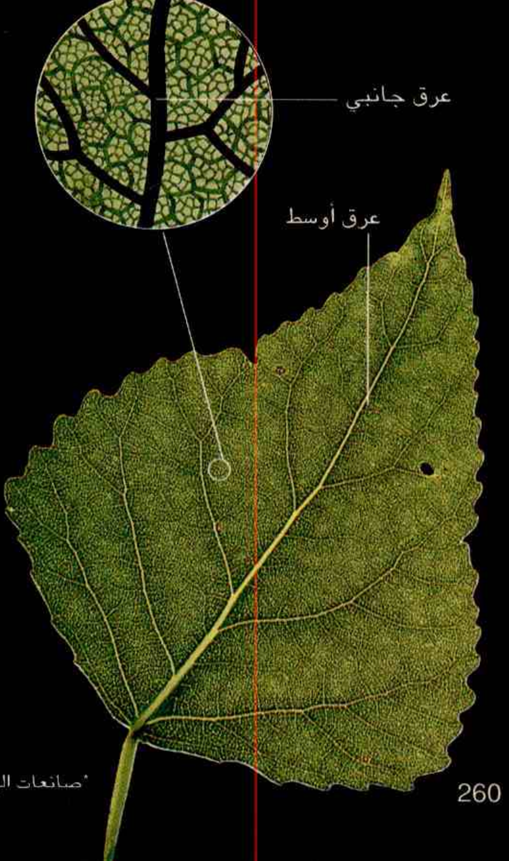
تكون الأوراق مكيّفة خصيصاً للسماح بصنع الطعام. فعلى سبيل المثال، تملك معظم الأوراق سطحاً عريضاً مسطحاً لجمع ضوء الشمس، الذي يعتبر حيوياً لصنع الطعام. كما تملك الأوراق مساحات تتيح لها التخلص من الفضلات الناشئة خلال العملية.

في داخل الورقة

تحتوي الورقة على شرائح طويلة من النسيج الوعائي* تسمى **العروق**. وهي تزوّد الورقة بالماء والمعادن، وتنقل الطعام المنتج داخل الورقة إلى أنحاء أخرى من النبتة.

تملك بعض الأوراق، كالأعشاب، عروقاً طويلة ومتوازية، لكن معظمها يحتوي على عرق واحد وسطي اسمه **العرق الأوسط**. وهو امتداد لساق الورقة. يتفرّع العرق الأوسط إلى عدد من العروق الأصغر حجماً، تسمى **العروق الجانبية**. يطلق على منظومة العروق بأكملها في الورقة اسم **التعريق**.

ترتيب عروق الورقة



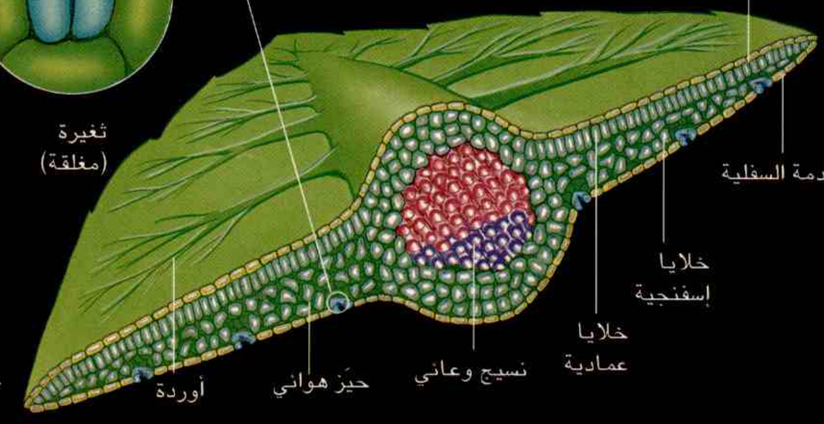
خلايا الورقة

تتألف الورقة من طبقات من مختلف أنواع الخلايا. **فالأدمة** هي طبقة من الخلايا الشمعية المنبسطة على سطح الورقة. وهي تحول دون كسب أو فقدان الكثير من الماء.

تقع **الطبقة العمادية** مباشرة تحت الأدمة، على الجانب العلوي للورقة. وتتألف من **خلايا عمودية** الشكل تحتوي على الكثير من صانعات اليخضور* الخضراء البالغة الصغر. تكون محتويات الخلايا العمادية متراصة جدا قرب بعضها البعض ما يساعدها على امتصاص ضوء الشمس (راجع الصفحة 264).

وتحت الطبقة العمادية توجد **الطبقة الاسفنجية**، المؤلفة من **خلايا اسفنجية** وفراغات هوائية غير منتظمة الشكل. تسمح الفراغات للهواء بالتحرك داخل الورقة. ويطلق على الطبقة الاسفنجية والطبقة العمادية معاً اسم **النسيج الوسطي**.

مقطع مستعرض لورقة

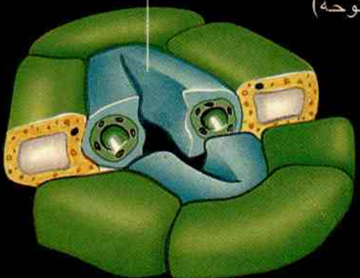


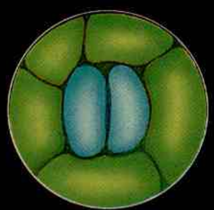
سطح الورقة

تحتوي الجهة السفلية من الورقة على فتحات بالغة الصغر اسمها **الثغيرات**، وتعرف كل واحدة منها باسم **الثغيرة**. وهي تسمح للماء والهواء بالدخول إلى الورقة والخروج منها.

ويوجد على جانبيَ كل ثغيرة **خلية حارسة** هلالية الشكل. تستطيع هذه الخلايا المزدوجة تغيير شكلها لفتح الثغيرة وإغلاقها، مما يتحكم بمقدار الهواء والماء الداخلين إلى الورقة والخارجين منها.

صورة مكبّرة لثغيرة (مقطوعة إلى نصفين)





*صانعات اليخضور، 250، 264؛ نسيج وعائي، 254.

حين تموت الأوراق، يتفكك اليخضور الأخضر اللون ويكشف عن ألوان أخرى.

سُوَيْقات الورقة

سويقة الورقة أو **المعلاق** بنية رقيقة تجمع الجسم الرئيسي للورقة بالساق. وهو يحتوي على **أثر الورقة** الذي هو عبارة عن مساحة من النسيج الوعائي تتفرَع من النسيج الوعائي للساق وتصبح العرق الأوسط للورقة. يسمح هذا العرق بنقل المعادن إلى الورقة.

قبل موت الورقة، تتكوَن طبقة من الخلايا، اسمها **طبقة الفصال**، في قاعدة سويقتها. تعمل طبقة الفصال على فصل الورقة عن بقية النِبات. هكذا، تتساقط الورقة مما يولد **ندبة ورقة** في الساق.

اللّون في الأوراق

تستمدَ الأوراق لونها من مواد كيميائية اسمها **الخضاب**. وتكون معظم الأوراق خضراء اللون لأنها تحتوي على خضاب أخضر اسمه اليخضور. تمتاز **الأوراق المبرقشة** بنقوش ملونة لأنها تحتوي على الخضاب في أماكن معينة فقط في سطحها.

تشمل الخضاب الأخرى **اليصفور**، الذي ينتج ظلالا صفراء، **والكاروتين**، الذي يجعل الأوراق تبدو حمراء أو برتقالية. وهذه الخضب موجودة في العديد من النباتات، لكنها تحجب عادة بسبب اليخضور. وبعد انتهاء الصيف، يتفكك اليخضور في معظم النباتات ويكشف عن الخضب الأخرى.

تحقّق بنفسك

إجمع الأوراق التي تساقطت من أشجار مختلفة وقارن ألوانها. حاول العثور على نبات ذي أوراق مبرقشة، أو على نبات ذي أوراق غير خضراء طوال السنة. فهو يحتوي على خضاب يضاف إلى اليخضور الأخضر.

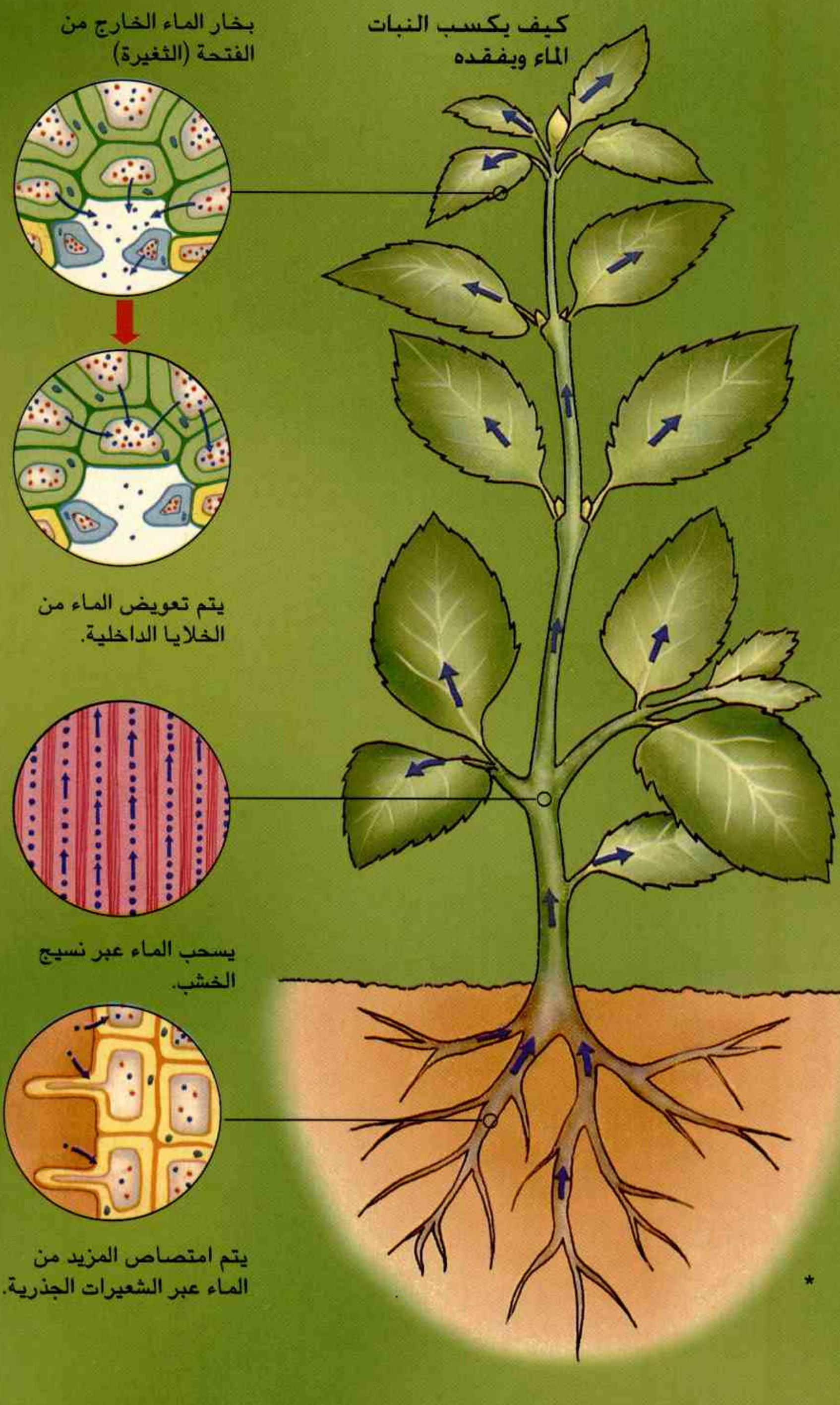
ارتباطات الانترنت

- **خلاصة كاملة وسهلة القراءة حول كيفية تغيير الأوراق للونها وسبب ذلك.**
  www.sciencemadesimple.com/leaves.html
- **دراسة مفصلة حول ألوان الأوراق في الخريف.**
  virtual.clemson.edu/groups/FieldOps/Cgs/leaves.htm
- **كيمياء تغير لون الورقة.**
  scifun.chem.wisc.edu/chemweek/fallcor/fallcolr.html
- **مقال يشرح كيفية اختلاف ترتيب نسيج الورقة في مختلف الظروف.**
  www.microscopy-uk.org.uk/mag/articles/anne1.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

حركة السوائل

السوائل، كالماء، يجب أن تصل إلى كل أنحاء النبتة لكي تبقى خلاياها سليمة. تنقل سوائل النبات بواسطة **نسيجه الوعائي** المؤلف من نسيج الخشب واللحاء. وينقل **نسيج الخشب** الماء من الجذور إلى الأوراق، وينقل **اللحاء** الأغذية الذائبة من الأوراق إلى كافة المناطق الأخرى. يطلق على حركة السوائل داخل النبات اسم **انتقال الغذاء**.



حركة الماء

يدخل الماء النبات عبر جذوره، وينتقل في نسيج الخشب عبر الساق إلى الأوراق. وهنا، يفلت بعض السائل في شكل بخار عبر فتحات بالغة الصغر اسمها **الثغيرات** تقع في الجهة السفلية للأوراق. يطلق على هذا النوع من فقدان الماء اسم **النتح**.

وفيما تفقد خلايا الورقة الخارجية الماء عبر النتح، يزداد تركيز المعادن والسكريّات في داخلها. ولهذا ينتقل الماء من الخلايا الداخلية الى الخلايا الخارجية لتعويض الماء الذي فقد منها.

تقوم الخلايا الداخلية بدورها بنقل الماء إلى الخلايا التي تحتها، وهكذا دواليك. يتم سحب الماء عبر النبات من الجذور، التي تمتصّ المزيد منه من التربة. يطلق على هذه الحركة التصاعدية للماء اسم **تيار النتح**.

في بعض الأوقات، كما في الليل أو في يوم رطب، يتباطأ معدل النتح. إلا أن ماء التربة يستمر في الدخول إلى الجذور. والسبب في ذلك أنه لا يزال لديه انجذاباً ضعيفاً لجدران النسيج الخشبي، مما يسحبه إلى الأعلى. يعرف ذلك باسم **الخاصيّة الشعرية**.

أثناء دخول الماء إلى الجذور، يبدأ **ضغط الجذور** بالتراكم. ويكون هذا الضغط قوياً بما فيه الكفاية لدفع الماء إلى أعلى الساق وفي المجرى.

يمكنك هنا مشاهدة قطرات الماء وهي تخرج من الفتحات البالغة الصغر حول حواف الورقة.

فقدان السائل

إذا لم يفقد النبات كمية كافية من بخار الماء عبر النتح، واستمرّ ضغط الجذور في دفع الماء إلى أعلى الساق، فقد يفقد النبات الماء أيضاً في شكل سائل. وتخرج قطرات ماء صغيرة من النبات عبر فتحات بالغة الصغر عند الأطراف أو بمحاذاة حواف الأوراق. يطلق على هذا النوع من فقدان الماء اسم النضح.

الوقوف بثبات

تنتصب النباتات السليمة عادة على نحو ثابت وعمودي. ويعود سبب ذلك الى كون فجواتها مليئة بنسغ الخلايا وتضغط نحو الخارج على سيتوبلازما الخلايا وجدرانها. يقال عن كل خلية إنها **مكتنزة**، ويكون النبات في **حالة من الاكتناز**.

نبتة سليمة *

الذُبول

في الأحوال الحارة أو الجافة، قد يفقد النبات الماء أكثر مما يستطيع الامتصاص منه. هكذا، ينخفض ضغط الماء في فجواته ليصبح أقل مما هو في جدران الخلايا. وهذا ما يجعل الخلايا رخوة بحيث لا تستطيع حمل النبات الذي يتدلى. تعرف هذه الحالة باسم **الذُبول**.

نبتة ذابلة *

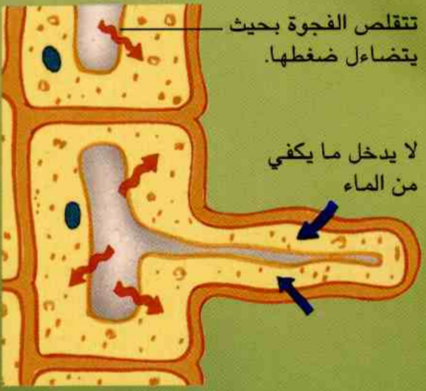
وفي الحالات الشديدة، قد يفقد النبات الكثير من الماء عبر أوراقه، وأيضاً عبر جذوره في التربة الجافة جداً أو الغنية بالمعادن وتتقلص فجوات خلاياه كثيراً بحيث تدفع سيتوبلازما الخلايا بعيداً عن جدرانها. وهذه الحالة، المعروفة باسم **انحلال السيتوبلازما**، قد تقتل النبات إلا إذا تلقى المزيد من الماء بسرعة.

نبتة ميتة *

خلايا جذور نبات سليم

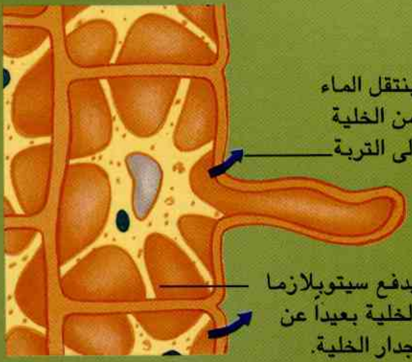
*

خلايا جذور نبات ذابل



*

خلايا جذور نبات ميت



*

تحقّق بنفسك

لمشاهدة كيفية تحرك السوائل داخل النبات، ضع بعض الأزهار البيضاء، مثل القرنفل، في مياه تحتوي على حبر أزرق. بعد بضعة أيام، تتحول بتلاتها إلى اللون الازرق. والسبب في ذلك أن المياه المحتوية على الحبر قد انتقلت الى سائر أجزاء النبات.

وضعت الأزهار الفاتحة في هذه الصورة في الصباغ لمدة يوم واحد فقط. أما الأزهار الأكثر دكنة فقد تم وضعها في الصباغ لمدة ثلاثة أيام.

مياه تحتوي على حبر أزرق.

ارتباطات الانترنت

- دليل مفصل عن حركة السوائل، مع صور مجهرية ممتازة.
www.microscopy-uk.org.uk/mag/artmar00/watermvt.html
- اختبار يظهر الخاصة الشعرية
www.spartechsoftware.com/reeko/Experiments/capillary.htm
- شرح متقدّم لنقل السوائل.
www.purchon.com/biology/osmosis.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

غذاء النبات

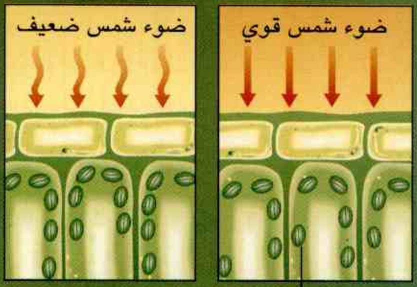
خلافاً للحيوانات، تستطيع معظم النباتات صنع الغذاء الذي تحتاج إليه. يقال عن هذه النباتات إنها **ذاتية الاغتذاء**. ويطلق على العملية التي تصنع خلالها الطعام اسم **التركيب الضوئي**. وهناك عدد ضئيل من النباتات لا يقوم بالتركيب الضوئي، وإنما يقتات الكائنات الحية. يمكنك معرفة المزيد حول ذلك في هذه الصفحة.

التركيب الضوئي

يستعمل التركيب الضوئي الماء وضوء الشمس وثاني أكسيد الكربون من الهواء. وهو يحدث أساساً في أوراق النبات، في **الخلايا العمادية** الطويلة العمودية الشكل.

تحتوي الخلايا العمادية على بنيات بالغة الصغر اسمها جبيلات اليخضور تستطيع التحرك داخل الخلية، بحسب سطوع الضوء والاتجاه الذي يأتي منه. تحتوي جبيلات اليخضور على مادة كيميائية خضراء اسمها **اليخضور (الكلوروفيل)** تمتص طاقة ضوء الشمس. وهي تستخدم لإمداد التركيب الضوئي بالطاقة اللازمة.

تستطيع كل النباتات الخضراء إعداد غذائها الخاص باستعمال ضوء الشمس.



تظهر الصورة أعلاه كيف تغير جبيلات اليخضور موقعها للاستفادة قدر الإمكان من الضوء المتوافر.

يتم امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الهواء عبر سطح الأوراق، وتمتص الجذور الماء من التربة. يتحد ثاني أكسيد الكربون مع الماء باستعمال الطاقة التي جرى امتصاصها من ضوء الشمس بواسطة جبيلات اليخضور. تنتج هذه العملية مواد كيميائية اسمها **الكربوهيدرات** (غذاء النبات) وكذلك الأكسجين.

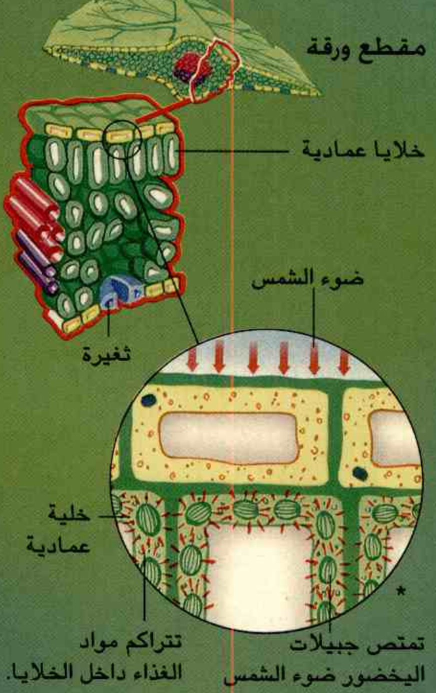
يستخدم معظم هذا الغذاء لتوفير الطاقة اللازمة للنمو. أما الغذاء غير اللازم حالياً فيتم حفظه داخل الخلايا بشكل مادة اسمها **النشاء**.

يمكن التعبير عن عملية التركيب الضوئي بمعادلة كلامية شبيهة بهذه:

ثاني أكسيد الكربون + ماء + طاقة
(ضوء الشمس)
↓
كربوهيدرات + أكسجين

التركيب الضوئي في نبات أخضر

تستخدم النترات والمعادن الأخرى التي جرى امتصاصها عبر الجذور لإنشاء نسيج جديد.



التنفّس الداخلي

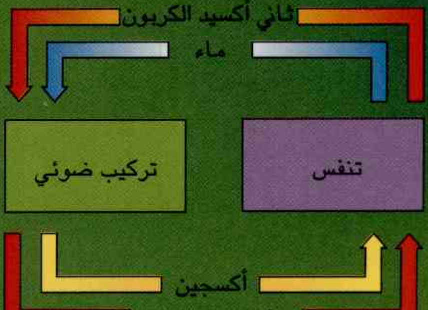
تستمد النباتات الطاقة من غذائها خلال عملية تدعى **التنفس الداخلي**. وفي معظم النباتات، تتحد الكربوهيدرات مع الأكسجين لإطلاق الطاقة وثاني أكسيد الكربون والماء.

يمكن التعبير عن عملية التنفس الداخلي في معادلة كلامية كهذه:

كربوهيدرات + أكسجين
↓
ثاني أكسيد الكربون + ماء + طاقة

العمل معاً

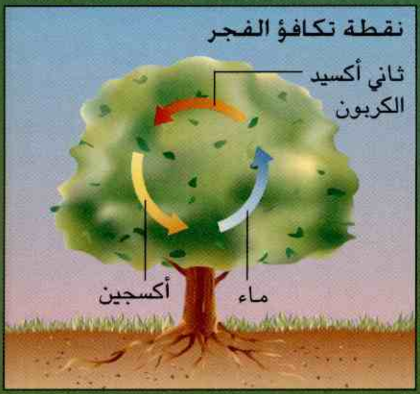
إن عمليتي التركيب الضوئي والتنفس الداخلي وثيقتا الصلة إحداهما بالأخرى. فالتركيب الضوئي ينتج الأكسجين والكربوهيدرات الضروريين للتنفس. وينتج التنفس ثاني أكسيد الكربون والماء الضروريين للتركيب الضوئي.



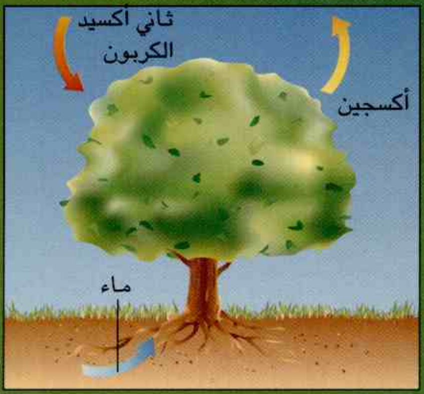
في معظم أوقات النهار، تحدث إحدى العمليتين على نحو أسرع من الأخرى. ففي ضوء الشمس الساطع مثلاً، يحدث التركيب الضوئي على نحو أسرع. وينتج النبات من الأكسجين والكربوهيدرات أكثر مما يستهلكه منهما في عملية التنفس. أما الأكسجين غير المستعمل فيتم إطلاقه في الهواء ويجري تخزين الكربوهيدرات في النبات بشكل نشاء.

نقطتا التكافؤ

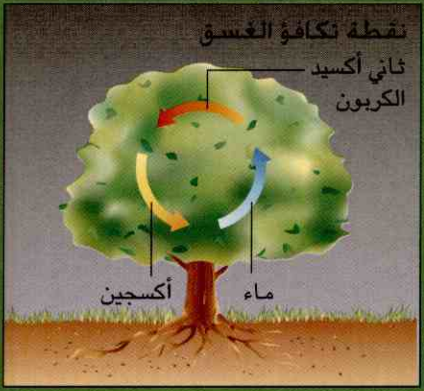
ثمة نقطتان خلال فترة 24 ساعة، عند الغسق والفجر عادة، تكون عندهما عمليتا التركيب الضوئي والتنفس متوازنتين تماماً. ويعني ذلك أن التركيب الضوئي ينتج فقط المقادير الكافية من الكربوهيدرات والأكسجين للتنفس، ما يولّد المقادير المناسبة من ثاني أكسيد الكربون والماء للتركيب الضوئي. تعرف هذه الأوقات **بنقطتي التكافؤ**.



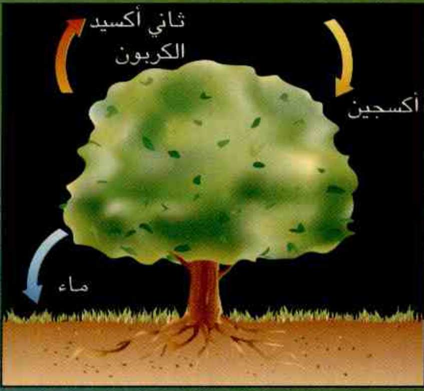
1. عند الفجر، تكون معدلات التركيب الضوئي والتنفس متساوية.



2. خلال النهار، يكون الضوء ساطعاً، وبالتالي يكون التركيب الضوئي أسرع.



3. عند الغسق، تكون معدلات التركيب الضوئي والتنفس متساوية.



4. خلال الليل، يختفي ضوء الشمس وبالتالي لا يحدث التركيب الضوئي.

تحقّق بنفسك

يمكنك إنجاز اختبار بسيط لإظهار ضرورة ضوء الشمس للتركيب الضوئي. خذ نبتة منزلية ذات أوراق عريضة خضراء فاتحة واطوِ ورقة حول إحدى أوراق النبتة. ثبتها بواسطة مشبك ورقي. أترك النبتة في مكان مشمس لبضعة أيام، ثم انزع الورقة. تلاحظ أن ورقة النبتة سوف تكتسب شريطاً أصفر، حيث لم تتمكن من إنجاز التركيب الضوئي.

ارتباطات الانترنت

- قم بزيارة مواقع الوب الثلاثة هذه للحصول على معلومات جيدة بشأن التركيب الضوئي.
  library.thinkquest.org/22016/photo/index.html
  www.alienexplorer.com/ecology/topic3.html
  www.sambal.co.uk/photosynthesis.html
- انقر على «ientsPlant Nutr» للحصول على شرح لكيفية حصول النبات على طعامه.
  www.agr.state.nc.us/cyber/kidswrld/plant/index.htm
- شاهد فيلماً عن التركيب الضوئي.
  www.brainpop.com/science/plantsandanimals/photosynthesis/index.asp
- كيمياء التركيب الضوئي.
  buglady.clc.uc.edu/biology/bio104/photosyn.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

الطفيليّات

ثمة عدد ضئيل من النباتات ينتمي إلى فئة **الطفيليات**. ويعني ذلك أن هذه النباتات لا تصنع طعامها بنفسها، وإنما تعيش وتقتات على حساب كائنات حية أخرى، تدعى **العوائل**. تهاجم بعض النباتات الطفيلية عدّة أنواع مختلفة من النباتات، وقد تكون مؤذية لعوائلها.

فنبات الهالوك مثلاً يلتصق بإحكام بنباته العائل من خلال غرز بنيات خيطية الشكل في داخله اسمها **الممصّات**. تنمو بعدها سويقات الهالوك بسرعة فوق كل النبات العائل الذي يصبح مغطى بالكامل ويموت في النهاية.

تمتد سويقات الهالوك من نبتة إلى أخرى في كتلة شبيهة بالشعر.

وتستطيع بعض الطفيليات العيش فقط على عائل واحد. فنبات الرفليزيَة مثلاً يستطيع النمو فقط على نوع محدد من الكرمة. تعيش الرفليزيَة في جذور عائلها بشكل كتلة من الخيوط المتشابكة، ما يسبب القليل من الأذى.

حين تكون الظروف ملائمة، تنتج الرفليزيَة زهرة ضخمة كريهة الرائحة، تجذب الذباب اللازم لنشر لقاحها.

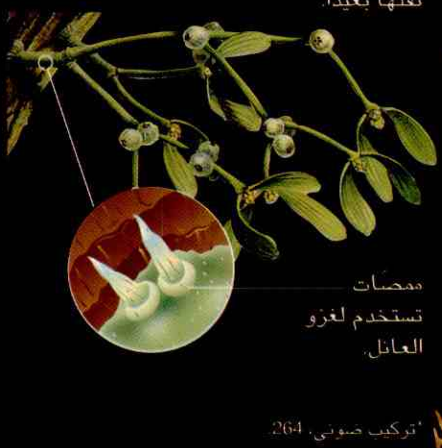
تعتبر أزهار الرفليزيَة الأكبر في العالم. وقد يصل وزنها حتى 7 كلغ.

أشباه الطُفيليّات

تعمد النباتات المعروفة بأشباه الطفيليات إلى سرقة الماء والمعادن، لكنها تملك أوراقا خضراء خلافا للطفيليات الحقيقية، وتستطيع بالتالي إعداد طعامها بنفسها من خلال التركيب الضوئي*.

تلصق بعض أشباه الطفيليات نفسها بجذور عوائلها تحت الأرض. وتعمل أنواع أخرى، مثل الدَبق الشائع، على مهاجمتها فوق الأرض.

الدَبق الشائع شبه طفيلي يعيش في الأشجار. وهو ينمو على الأغصان وينتشر عن طريق إنتاج ثمار دبقة مليئة بالبذور تتولى الطيور نقلها بعيدا.



ممصّات تستخدم لغزو العائل.

النباتات الرُّميَّة

تقتات بعض الكائنات الحية من مادة ميتة بدل العيش على حساب عائل أو إعداد طعامها بنفسها. وهي تعرف **بالنباتات الرميَة أو الرَميات**. يكون البدن الأساسي لمعظم الرميَات موجوداً تحت الأرض. والواقع أن الفطريات وبعض السحلبيات هي من فئة النباتات الرَميَة.

يتألف الجزء الأساسي من الفطر من كتلة خيوط تنمو وتقتات تحت الأرض، حيث يسود الظلام والرطوبة.

النباتات الهوائية

تصنع النباتات المعروفة باسم **النباتات الهوائية** غذاءها بنفسها، ولكنها تنمو عاليا على نباتات أخرى لالتقاط الماء والحصول على حصة أفضل من الضوء. ومعظم النباتات الهوائية لا تؤذي عوائلها، رغم أن بعضها، مثل التين الخانق، يقتل عائله بعد نموه بالكامل.

نموّ التين الخانق

يبدأ نبات التين الصغير بالنمو على غصن. ويرسل جذوره إلى أسفل الشجرة.

تبدأ الجذور بامتصاص الماء والمواد المغذية من التربة، فينمو نبات التين بسرعة.

يستولي نبات التين الصغير على كل الضوء والماء والمواد المغذية الخاصة بعائله، مما يسبب موت عائله وتعفنه.

*تركيب ضوئي، 264.

آكلات اللحم

تستطيع بعض النباتات، واسمها **النباتات اللاحمة** (آكلات اللحم)، قتل مخلوقات صغيرة مثل الحشرات وهضمها. تغوي النباتات اللاحمة ضحاياها في أفخاخ مميتة باستعمال روائح أو ألوان خاصة. وحين تصبح الحشرة في الداخل، يتم تذويبها بمواد كيميائية قوية اسمها **الأنزيمات**.

تنمو النباتات التي تقتات بهذه الطريقة عادة في التربة التي تحتوي على القليل من المعادن. وهي تمتص ما تحتاج إليه من أجسام ضحاياها من خلال هضمها.

فالنباتات الإبريقية مثلاً تلتقط الحيوانات في أوراقها الإبريقية الشكل، التي تسمى **الأباريق**. تأتي الحشرات لتناول الرحيق الحلو المنتشر حول حافة الإبريق وتحت غطائه، إلا أنها تسقط على الجدران الزلقة للإبريق وتموت في حوض من السائل.

لا تستطيع الحشرات تسلق الحواف الزلقة للإبريق مجددا.

تنتمي النديَات (ورد الشمس) إلى فئة النباتات اللاحمة. وتملك أوراقها شعيرات ذات قطرات وامضة ودبقة عند طرفها. تجذب هذه الأطراف الحشرات التي تعلق في الفخ. وفيما تنازع الحشرة للبقاء، تبدأ الشعيرات بالالتفاف حولها لتلف فريستها بإحكام. يذوب حينها جسم الحشرة في سائل ويجري هضمه.

ذبابة عالقة في ورقة ورد الشمس

يملك نبات خانق الذباب اللاحم أزواجاً من الأوراق التي تطبق مثل الفكين لالتقاط الحشرات أو أي حيوانات صغيرة أخرى. تغلق الأوراق فور اضطراب الشعيرات الحساسة على سطحها. وحين تعلق الفريسة، يبدأ النبات بتذويبها ببطء وهضمها.

يطبق خانق الذباب هذا حين تحط الذبابة عليه.

ارتباطات الانترنت

- معلومات ممتازة حول كل أنواع النباتات اللاحمة، مع صور.
daphne.palomar.edu/Wayne/carnivor.htm
- مصدر رائع للمعلومات بشأن النباتات الطفيلية.
daphne.palomar.edu/wayne/plnov99.htm
- موقع ضخم من الأسئلة والأجوبة حول النباتات اللاحمة.
www.sarracenia.com/faq.html
- متحف على الشبكة للنباتات اللاحمة.
www.sarracenia.com/galleria/galleria.html
- دليل مفصّل موجز إلى النبات خانق الذباب.
www.botany.org/bsa/misc/carn.html
- دورة حياة زهرة الرفليزيّة.
www.geocities.com/RainForest/Jungle/7172/rafflesia.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

تملك الكرمة حوالق شبيهة بالخيوط تكون حساسة للمس. ويتيح لها ذلك الالتفاف حول دعامة.

حساسيّة النبات

تستطيع كل الكائنات الحيّة أن تتفاعل مع التغيرات الحاصلة في بيئتها. ويعرف ذلك باسم الحساسية أو الاستجابة **لحافزٍ (منبّه)**. وعلى عكس الحيوانات، لا تملك النباتات جهازاً عصبياً متخصصاً، إلا أنها تبقى قادرة على التفاعل ببطء مع حوافز مثل الضوء واللمس والحرارة.

استجابة النبات

تستجيب معظم النباتات لحافز من خلال النموّ نحوه أو بعيداً عنه. يطلق على هذه الاستجابة اسم **الانتحاء**. ويعرف النمو في اتجاه الحافز **بالانتحاء الإيجابي**، فيما يعرف النمو بعيداً عن الحافز **بالانتحاء السلبي**.

الاستجابة للضوء

تتفاعل كل النباتات تقريباً مع مقدار الضوء المتوافر والاتجاه الذي يأتي منه. يطلق على هذه الاستجابة اسم **الانتحاء الضوئي**. فعلى سبيل المثال، تدور أوراق معظم النباتات لمواجهة الشمس لأن ذلك يساعدها في امتصاص أكبر قدر من الضوء للتركيب الضوئي*.

تستجيب أزهار دوّار الشمس أدناه للضوء من خلال الدوران لمواجهة الشمس.

يخضع الانتحاء لسيطرة **الأكسينات**. وهي هرمونات النموّ (مواد كيميائية) التي تصنع في خلايا النبات. تحتوي سوق النبات على أكسين يجتمع في الخلايا بعيداً عن الضوء، ما يجعل هذه المناطق تنمو بسرعة أكبر. ويؤدي ذلك إلى نمو النبات في اتجاه الضوء.

نموّ النبات باتّجاه الضوء

الجاذبيّة والماء

تستجيب كل الجذور لقوة الجاذبية، وهذا ما يعرف **بالانتحاء الأرضي**. تنمو الجذور نحو الأسفل في التربة للحصول على الماء والمعادن. وتظهر بعض الجذور أيضاً استجابة للماء، وهو ما يعرف **بالانتحاء المائي**. وقد تنمو الجذور جانبياً في حال وجود المزيد من الماء في ذلك الاتجاه.

استجابة النبات للجاذبية

*تركيب ضوئي، 264.

الاستجابة للّمس

هناك بعض النباتات الحساسة للمس. ويمكن لهذه الاستجابة، المعروفة **بالانتحاء اللمسي**، أن تساعد النبات بطرق مختلفة. فالنباتات اللاحمة مثلاً توقع طعامها في الشرك حين يلامس الأجزاء الحساسة على سطحها (راجع الصفحة 267).

كما أن القدرة على الاستجابة للّمس مهمة أيضاً للنباتات المعترشة، كالكرمة. فحين تلامس حوالقها الشبيهة بالخيوط شيئاً ما، فإنها تحفّز استجابة الاعتراش والالتفاف.

الحوالق الحسّاسة للمس تساعد هذه البازيلا العطرة على الاعتراش.

في بعض النباتات، يُحدث اللمس ردّ فعل يكون بمثابة دفاع. فأوراق الميموزا مثلاً (المعروفة باسم النبتة الحسّاسة) تغلق وتتدلى فور لمسها. والسبب في ذلك أن اللمس يدفع ضغط الماء في خلايا أوراقها إلى الانخفاض جداً.

تغلق أوراق هذه الميموزا مثل المروحة عند لمسها.

*

النهار والليل

ينمو العديد من النباتات فقط خلال فترات معينة حين يكون الضوء متوافراً لفترة محددة من الوقت. يطلق على هذه الفترات اسم **الدورات الضوئية**، وتعرف استجابة النبات **بالدوريّة الضوئية**.

نباتات الليل الطويل، مثل الأقحوان، تنتج الأزهار فقط خلال فترات السنة التي يكون فيها الليل أطول من مدة معينة تعرف **بالمدة الحرجة**. (تعرف هذه النباتات أيضاً بنباتات النهار القصير.)

نباتات الليل القصير، مثل العائق، تنتج الأزهار فقط إذا كان الليل أقصر من المدة الحرجة. (تعرف هذه النباتات أيضاً باسم نباتات النهار الطويل).

ويُعتقد أن النباتات تتصرف بهذه الطريقة بسبب هرمون نموّ اسمه **مولّد الزهر**، يتم إنتاجه في أوراقها. وعند توفر المقدار المناسب من الضوء، يرسل الهرمون المولّد للزهر رسالة تأمر النبات بإنتاج الأزهار.

يقال عن بعض النباتات، مثل أنف العجل، إنها **محايدة لليل أو محايدة للنهار**. فإنتاج أزهارها لا يرتبط بطول الليل.

قد تتأثر الدوريّة الضوئية بعمر النبات أو بدرجة حرارة البيئة المحيطة به.

يزهر الأقحوان حين تكون الليالي طويلة.

يزهر العائق حين تكون الليالي قصيرة.

يزهر أنف العجل سواء كانت الليالي طويلة أو قصيرة.

تحقّق بنفسك

أترك نبتة مزروعة في وعاء داخل غرفة لها نافذة واحدة. ضعها بعيداً قليلاً عن النافذة واسقها بالماء كالعادة. بعد أيام قليلة، سوف تلاحظ أن أوراق النبتة تنحني باتجاه النافذة. وإذا أدرت النبتة في الاتجاه المعاكس وانتظرت بضعة أيام إضافية، فسوف يحدث الشيء نفسه. والسبب في ذلك أن الأوراق تنمو دوماً في اتجاه أقرب مصدر للضوء.

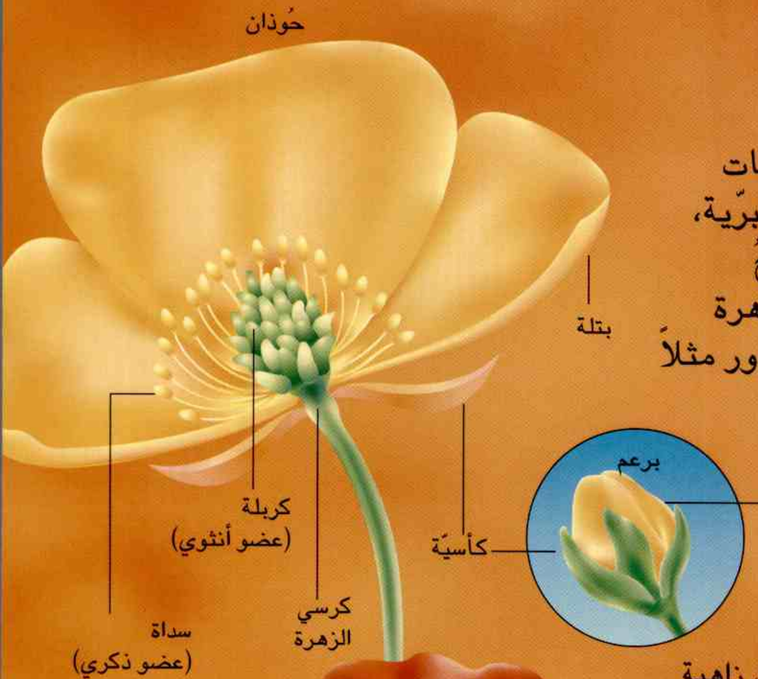
ارتباطات الانترنت

- انقر على "Student Activities" في اليسار ومن ثم على «Plants» للاطلاع على اختبار لحساسية النبات يمكنك إنجازه في المنزل.
www.cbt.virginia.edu/Olh/
- شرح مفصل لمختلف استجابات النبات والمواد الكيميائية التي تتحكم فيها.
bioserve.latrobe.edu.au/vcebiol/cat1/aos2/u3aos23.html
- دراسة متقدّمة عن مختلف أشكال الانتحاء.
www.hcs.ohio-state.edu/hcs300/signal.htm
- معلومات حول حساسية النبات ومختلف الهرمونات المسؤولة عن ذلك.
gened.emc.maricopa.edu/bio/bio181/BIOBK/BioBookPLANTHORM.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

النباتات المُزهِرة

يُوجد أكثر من 250000 نوعٍ مختلفٍ من النباتات المزهرة، بما في ذلك الأعشاب، والأزهارِ البرّية، والشُجَيْرات والأشجار. يُطلق على النباتات التي تنتجُ الأزهار اسم **النباتات الزهريّة**. وجميع النباتات المزهرة تملك بعض المزايا المشتركة. فهي تنتج جميعها البذور مثلاً وتحتوي على نسيج ينقل السائل لأنحاء النبات.



الأزهار

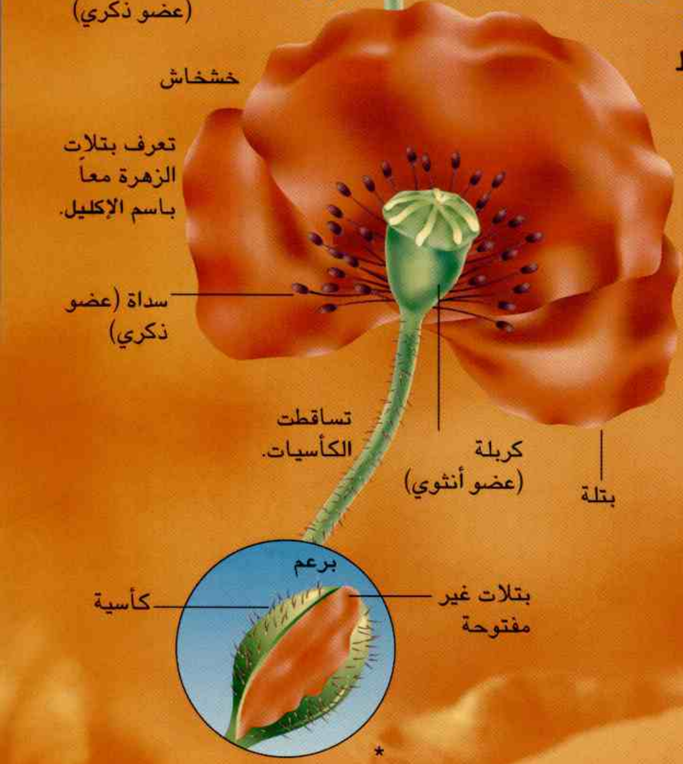
التكاثر هو نشوء حياة جديدة. تحتوي الأزهار على أعضاء النباتات اللازمة للتكاثر. تنتج هذه الأعضاء الخلايا الجنسية الذكرية والأنثوية، المعروفة **بالأعراس**، التي تتحد معاً لإنشاء نباتات جديدة من النوع نفسه. يطلق على هذا النوع من التكاثر اسم **التكاثر الجنسي**.

تتألف الأزهار من عدّة أعضاء متخصّصة. وهي تشمل البتلات، والأسدية (الأعضاء الذكرية) وكربلة واحدة أو أكثر (الأعضاء الأنثوية). وفي معظم النباتات، تكون البتلات مرصوفة في شكل دائرة حول الأعضاء الذكرية والأنثوية.

قبل إزهار النبات مباشرة، ينتج **بُرعماً** يتطور في آخر الأمر ليصبح زهرة. ينمو البرعم من الطرف الممتد للسويقة، المعروف باسم **كرسيّ الزهرة**. تكون البراعم محاطة ومحميّة **بكأسيات** صغيرة شبيهة بالأوراق.

في بعض النباتات، مثل الحُوذان، تبقى الكأسيات بمثابة حلقة حول الزهرة بعد تفتّح البرعمُ. وفي نباتات أخرى، مثل الخشخاش، تذوي هذه الكأسيّات وتتساقط.

تكون البتلات رقيقة، وذات ألوان زاهية في أغلب الأحيان، وتحيط بالأعضاء التناسلية للنبات. وللعديد من البتلات عطر أو نسق محدد، ولها مناطق من الخلايا اسمها **غدد المِغْثَر** في قاعدتها. تنتج هذه الغدد سائلاً حلواً ودَبِقاً اسمه **الرحيق**، يَجذب الحشرات أو الحيوانات الأخرى اللازمة للتأبير*.



غدة مِغْثَر في قاعدة بتلة ورقة كأسية.

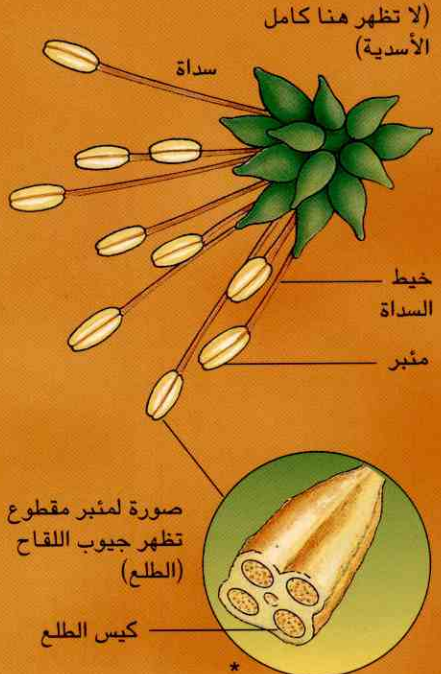
تُحيط بتلات هذا الخشخاش الكاليفورني بأعضائه التناسلية. أما الكأسيات فقد تساقطت.

 *تأبير، 272.

الأعضاء الذكرية

يُطلق على الأعضاء التناسلية الذكرية في الزهرة اسم **الأسدية**. تتألف كل سداة من **مئبر** على شكل جيب، في طرف سويقة طويلة اسمها **خيط السداة**. وتحتوي أسدية أخرى على **أكياس الطلع (اللقاح)**، التي تنشطر وتفتح لإطلاق حبّات الطلع، أي الخلايا التناسلية الذكرية.

الأعضاء الذكرية في الحوذان



قد تكون حبّات الطلع الناتجة من نباتات مختلفة ذات أحجام وأشكال مختلفة، لكنها تتشارك في بعض المزايا. فعلى سبيل المثال، حين تكون حبّات الطلع ناضجة، يكون لها جميعها جدار خارجي صلب، ما يجعلها متينة جداً.

تحقّق بنفسك

انظر إلى أنواع مختلفة من الأزهار وحاول التعرف إلى أعضائها الذكرية والأنثوية باستعمال الصور المبينة في هاتين الصفحتين.

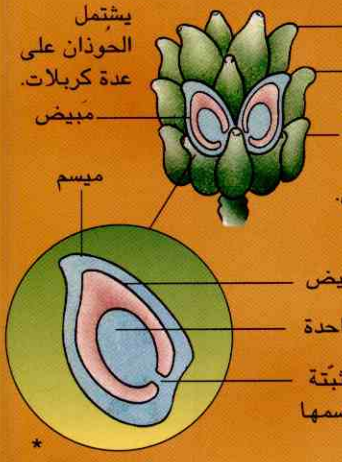
قد تلاحظ أن النباتات لا تملك كلها العضوين معاً في الزهرة نفسها. فقد يكون العضوان في زهرتَين منفصلتين أو في نباتين منفصلين.

الأعضاء الأنثوية

يطلق على العضو التناسلي الأنثوي في الزهرة اسم **الكَرْبلة** أو **المِدَقّة**. وهو يتألف من الميسم والقلم والمبيض.

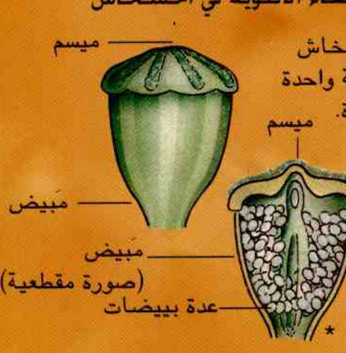
المَيسم هو الجزء العلوي من الكربلة. ويمتاز بسطح دبق يلتقط حبّات الطلع التي تلامسه. يتّصل الميسم بالمبيض بواسطة جزء من الكربلة اسمه **القلم**. يحتوي كل **مَبيض** على بيضة صغيرة واحدة أو أكثر اسمها **البُيَيْضات**، التي هي الخلايا التناسلية الأنثوية. تتحوّل هذه الأخيرة إلى بذور بعد التخصيب (راجع الصفحة التالية).

الأعضاء الأنثوية في الحُوذان



ولبعض الأزهار، كالحوذان المبيّن أعلاه، عدة كرابل مجمّعة معاً. ولبعضها الآخر، كالخشخاش المبين أدناه، كربلة واحدة فقط.

الأعضاء الأنثوية في الخشخاش



تسهل مشاهدة القلم في العديد من الأزهار، مثل النرجس البري. وفي أزهار أخرى، مثل الخشخاش، يكون القلم قصيراً جداً ومن المستحيل مشاهدته تقريباً.

ذكر وأنثى

يعتبر الحُوذان والتوليب من الأمثلة على **النباتات الخنثوية**. ويعني ذلك أن كل زهرة تحتوي على الأعضاء الذكرية والأنثوية في آن.

يمكنك مشاهدة الكربلة الأنثوية والأسدية الذكرية في وسط زهرة التوليب هذه.

تملك بعض النباتات، كالذرة، نوعين من الأزهار في نبات واحد: الأزهار **السدوية**، التي تملك فقط الأعضاء الذكرية، والأزهار **المِدَقيّة**، التي تملك فقط الأعضاء الأنثوية. يقال عن النباتات التي تحتوي على هذا النوع من الأزهار إنها **أحادية المسكن**. ولبعض النباتات الأخرى، كالبهشية، أزهار سدوية ومدقية في نباتات منفصلة. ويقال عنها إنها **ثنائية المسكن**.

تملك البهشية الأعضاء الذكرية والأنثوية في نباتات منفصلة. تنمو الثمار من مبايض النبات الأنثوي.

ارتباطات الانترنت

- تعلم كيفية ابتعاد مختلف أنواع اللقاح عن نباتاتها الأصلية.
149.152.32.5/plants_human/pollenadapt.html
- مقدمة إلى التنوع في النباتات المزهرة.
daphne.palomar.edu/Wayne/trmar98.htm
- دراسة مفصلة عن النباتات المزهرة، مشروحة جيداً ومزودة برسوم بيانية كبيرة.
gened.emc.maricopa.edu/bio/bio181/BIOBK/BioBookflowers.html
- موسوعة عن النباتات يسهل البحث فيها.
www.sierra.com/sierrahome/gardening/encyc/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

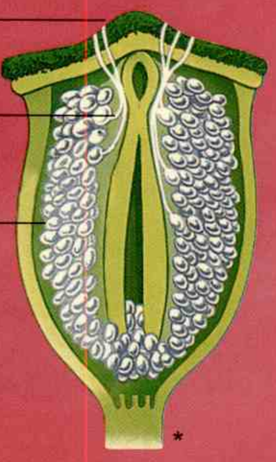
يتم طرح آلاف حبّات الطلع البالغة الصغر من الأسدية في وسط هذه الزهرة.

الإخصاب

لكي يتكاثر النبات المزهر، ينبغي أن تتحد كل من الخلية الذكرية (الطلع) والخلية الأنثوية (البييضة) معاً. يعرف ذلك **بالإخصاب**.

فحين تحطّ حبّة طلع على ميسم نبات من النوع نفسه، فإنها تكوّن **أنبوب اللقاح**. ينمو هذا الأنبوب داخل المبيض ويدخل إلى بُيَيْضة عبر فتحة صغيرة اسمها **النقرة**. يطلق على هذه العملية اسم **التلقيح** (**التأبير**).

صورة مقطعية لمبيض الخشخاش

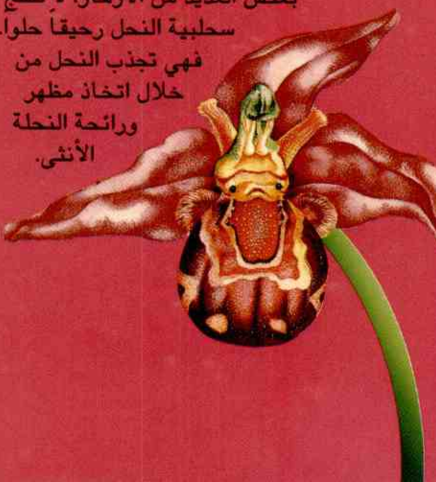


تحتوي حبة اللقاح على نواتين* ذكريتين. وتنزل هاتان النواتان إلى أسفل أنبوب اللقاح وتتحدان مع محتويات البييضة. تشكل النواة الأولى **الزيجوت**، وهي الخلية الأولى للكائن الجديد. وتشكل النواة الثانية طبقة من النسيج المغذي الواقي اسمه **البذراء الداخلية**. وهما تؤلفان معاً بزرة، فيما ينمو المبيض ليتحول إلى ثمرة. وبعد الإخصاب، لا يبقى النبات بحاجة إلى بقية أعضاء زهرته فتذوي هذه الأخيرة وتموت.

طرق التأبير

قد ينتقل غبار الطلع من نبات إلى آخر بواسطة الريح أو الماء أو الحيوانات. وحين يقوم لقاح نبات ما بتلقيح نبات آخر من النوع نفسه، يقال عن ذلك إنه **تأبير مختلط**. لكن إذا حطت الحبات على نوع مختلف من النبات، فإنها لا تنتج أنابيب لقاح، ولذلك لا يحدث التلقيح.

وتستطيع بعض أنواع النباتات تلقيح نفسها. ويعرف ذلك **بالتأبير الذاتي**. فعلى سبيل المثال، تحاول سحلبية النحل جذب نوع معين من النحل، من خلال اتخاذ شكل ورائحة أنثى ذلك النوع من النحل. وإذا لم تأت أية نحلة، تنحني أسدية النبات وتنقل اللقاح إلى ميسمها.



بعكس العديد من الأزهار، لا تنتج سحلبية النحل رحيقاً حلواً. فهي تجذب النحل من خلال اتخاذ مظهر ورائحة النحلة الأنثى.

التأبير الحيواني

تملك الأزهار طرقاً مختلفة لجذب الحيوانات لنقل لقاحها. ولمعظمها بتلات زاهية الألوان أو روائح حلوة تجذب الحشرات أو الطيور أو الخفافيش. كما ينتج العديد منها سائلاً حلواً اسمه **الرحيق** تقتات منه الحيوانات. ولبعض الأزهار نقوش على البتلات اسمها **أدلّة الرحيق**. تقود هذه الأدلة الحشرة إلى وسط الزهرة، حيث يوجد الطلع أو الرحيق.

إنّ أدلّة الرحيق الموجودة في وسط أزهار الثالوث هذه تقود الحشرات إلى الرحيق.

تميل النباتات الملقّحة بالحيوانات إلى إنتاج حبّات طلع سنبلية. وحين يزور الحيوان النبتة، تلتصق حبات الطلع بجسمه، فينقلها إلى نبات آخر.

*نواة، 250.

التأبير الهوائي

تعتمد النباتات الملقّحة بالريح على الريح لبعثرة لقاحها. وهي لا تحتاج إلى جذب الحيوانات، ولذلك تكون أزهارها غير عطرة عادة، ولها بتلات وكأسيات صغيرة. تملك بعض هذه النباتات أعضاءها الذكرية والأنثوية في نباتات منفصلة. تتدلى الأعضاء الذكرية خارج الأزهار، ما يسمح ببعثرة رحيقها بسهولة أكبر.

تتم بعثرة لقاح أشجار البتولا هذه بواسطة الريح.

وتنتج النباتات التي يتم تلقيحها بواسطة الريح مقادير هائلة من اللقاح (غبار الطلع). ويزيد ذلك من فرصة هبوطه على بعض الأزهار الأنثوية المجاورة. تكون حبّات اللقاح ناعمة وخفيفة عادة، ما يسمح بانزلاقها بسهولة عبر الهواء.

تحقّق بنفسك

إذا كنت تملك حديقة، يمكنك زرع الأزهار لجذب أنواع معينة من الحيوانات. فعلى سبيل المثال، تميل الفراشات إلى زيارة النباتات ذات الأزهار الأرجوانية أو الصفراء، مثل البُدليّة أو السِّيدوم. أما النحل فينجذب إلى الأزهار ذات الرائحة القوية، مثل الخزامى.

أشكال الأزهار

إن أشكال العديد من الأزهار تساعدها على نقل اللقاح إلى الحيوان. فعلى سبيل المثال، تكون بتلات بعض الأزهار على شكل جرس. وتحوم الحيوانات مثل الطائر الطنان حول الزهرة وتدخل إليها لتناول الرحيق. وفيما هي تقوم بذلك، يلتصق بها لقاح من الأسدية.

أما الأزهار الشفوية، مثل أزهار القصعين، فتملك بتلات مزدوجة. تحطّ النحلة على البتلة السفلية لشرب الرحيق من داخل الزهرة. وأثناء ذلك، تنقل الأسدية، المتدلية من الشفة العلوية، اللقاح إلى جسمها.

أثناء وقوف النحلة على الشفة السفلية لزهرة القصعين لامتصاص الرحيق، يلتصق اللقاح بجسمها.

يعلق اللقاح برأس الطائر الطنان أثناء تناوله الطعام بواسطة منقاره الطويل.

ولمعظم الأزهار أساليب في الحفاظ على سلامة لقاحها إلى أن يزورها نوع معين من الحيوانات. فعلى سبيل المثال، تبقى أزهار زهرة المساء مغلقة طوال النهار. وهي تفتح في الليل، حين تصبح الفراشات التي تلقّحها نشطة. كما أن العديد من الأزهار تغلق عند هطول المطر، وذلك لإبقاء لقاحها جافاً.

يلتصق اللقاح بجسم هذه الفراشة أثناء تغذيها من زهرة الربيع.

ارتباطات الانترنت

- تعرّف إلى النباتات الواجب زرعها لجذب الفراشات إلى حديقتك.
www.enchantedlearning.com/subjects/butterfly/allabout/Garden.html
- ألق نظرة عن كثب إلى الهندباء البرية.
www.microscopy-uk.org.uk/mag/artmay00/dwweed1.html
- فيلم متحرّك حول التلقيح.
www.brainpop.com/science/plantsandanimals/pollination/
- مقال مفيد حول التلقيح.
educate.si.edu/resources/lessons/siyc/pollen/start.html
- قم بزيارة موقع الوب المخصص للأولاد التابع للشبكة الكندية للحفاظ على النباتات.
www.rbg.ca/cbcn/en/kids/kidframe.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

البذور والثمار

يؤدي الإخصاب في النباتات المزهرة إلى إنتاج بزرة. تحتوي كل بزرة على نبتة نامية جديدة ومخزون من الطعام. تُحفظ البزور في جزء من النبات يسمّى **الثمرة**. وحين تكون البزور جاهزة، فإنها تتبعثر وقد تتحول إلى نباتات جديدة إذا كانت الظروف ملائمة.

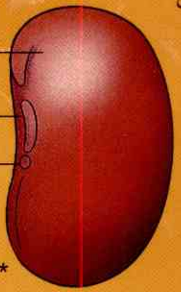
تحمي ثمرة البرتقال بزور شجرة البرتقال. يتألف لبّها من شعيرات بالغة الصغر، تكون كل واحدة منها مملوءة بالعصير.

بزرة برتقال

داخل البزرة

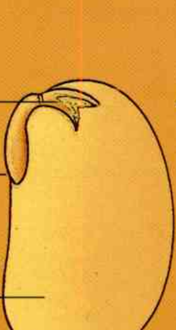
تكون البزور محمية بغلاف متين اسمه **الغِدْفة** أو غلاف البزرة. ويملك كل غلاف علامة اسمها **سُرَة البزرة** على سطحها، تظهر الموضع الذي اتحدت فيه البييضة* بالمبيض*. كما يمكن مشاهدة الفتحة الصغيرة (النُقْرة) التي دخلت عبرها حبة اللقاح إلى البييضة. وهي تسمح بدخول الماء.

بزرة فول



يسمى النبات النامي داخل البزرة **جنينا**، يتألف من جزئين: **السَبَد** الذي سينمو ليصبح الساق الأولى، و**الجذَيْر**، الذي سيصبح أول جذر في النبات الجديد.

بزرة فول (مقطع عرضي)



أنواع الثمر

تعمل الثمرة على حماية البزور التي تحملها وتساعدها على الانتشار إلى مكان تستطيع النمو فيه. تنمو معظم الثمار من مَبيض* النبات، وتعرف حينها باسم **الثمار الحقيقية**. لكن بعضها، كالفراولة (الفريز)، ينمو من كرسي الزهرة* والمبيض. وتسمى **ثماراً كاذبة**. يمكن وصف الثمار أيضاً بأنها عصارية أو جافة.

الثمرة العصارية

تعرف الثمرة ذات الطبقات السميكة واللبية، التي تكون غالباً لذيذة المذاق، **بالثمرة العصارية**. وهناك عدة أنواع مختلفة منها.

الثمرة العصارية التي تحتوي على بزرة واحدة صلبة الغلاف في الوسط هي **ثمرة نووية**. والخوخ والكرز هما من الثمار النووية.

برقوق

أما الثمرة العصارية التي تحتوي على عدة بزور فتسمى **العنبية**. والبرتقال هو ثمرة عنبية. والثمرة التي تحتوي على طبقة خارجية لبية سميكة ولب، حيث البذور موجودة داخل جرْو، هي ثمرة كاذبة تسمّى **ثمرة تفاحية**.

التفاح من الثمار التفاحية

أما التوت والعلّيق فهما من الأمثلة على **الثمار التجمعيّة أو الثمار المركبة**. وتتكون من عدة مَبيضات داخل زهرة واحدة. تتألف كل ثمرة من كريّات لبية اسمها **الحبّات النووية**، يحتوي كل منها على بزرة واحدة.

علّيق

*كرسي الزهرة، 270؛ مبيض، بُيَيْضة، 271.

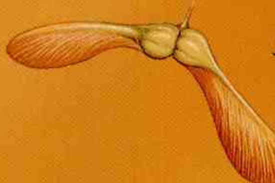
الثمرة الجافة

الثمرة الجافة هي عبارة عن أغلفة خارجية جافة تحفظ البزور إلى حين نضوجها. وثمة أنواع عدّة منها. في ما يلي وصف للأنواع الأساسية.

الجوزة ثمرة جافة لها بزرة واحدة محاطة بغلاف صلب. والبلوط والجوز هما من نوع الجوز.

تكون بزرة هذه الجوزة محمية بغلاف صلب.

البهمة أو **الثمرة الفقيرة** ثمرة جافة صغيرة تحتوي على بزرة واحدة فقط. يطلق على البهمة ذات الأجنحة الورقية، مثل ثمرة الدردار أو الجُمَّيز، اسم **الجناحية** أو **الثمرة الرئيسية**. تنمو بعض البهمات، مثل ثمار الدردار الفقيرة، في عناقيد.



تملك ثمرة الجمّيز هذه أجنحة تساعدها على الطفو في الريح.

أما الثمرة الجافّة التي لها بذور متصلة بجدارها الداخلي فتعرف **بالقرن** أو **السِنْفة**. وهي تنشطر بموازاة طولها لتفتح. وثمرة البازيلا من القرنيّات، فيما حبوب البازيلا نفسها هي البذور.

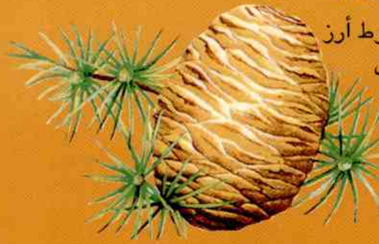
انشطر قرن البازيلا ليُظهر البزور المرتبطة في داخله.

والحبّة، وتعرف أيضاً باسم **البُرّة** أو **النواة**، هي ثمرة جافة صغيرة التحم جدارها بغلاف البزرة. والقمح والشعير هما من الأمثلة على النباتات ذات العدد الكبير من الحبوب.

يطلق على ثمرة نبات القمح اسم الحبّة. تحتوي كل سويقة على العديد من الحبوب.

المخاريط

تكون بزور الأشجار الصنوبرية موجودة في **مخاريط**، لا في ثمرات. وتنمو هذه المخاريط من الأزهار الأنثوية (تملك الصنوبريات أزهاراً ذكرية وأنثوية). وبعد التلقيح*، تتصلّب القشور وتنغلق.



مخروط أرز أطلس

حين تصبح البزور ناضجة والطقس دافئاً وجافاً، تفتح قشور المخاريط. تظهر البذور خارجاً على الأجنحة الورقية. تبقى معظم المخاريط (الأكواز) على الشجرة لمدة سنة. لكن ثمة مخاريط أخرى تحتاج إلى سنتين للنضوج، ويبقى بعضها لفترة طويلة بعد سقوط البزور.

تحقّق بنفسك

انظر إلى أكبر عدد من مختلف أنواع الثمار التي تستطيع العثور عليها. لاحظ ما إذا كانت الثمرة عصارية أو جافة، وعدد البزور الموجودة فيها. وإذا عثرت على كوز، يمكنك فتحه بوضعه على مشعاع حراري. وإذا وضعته في مكان رطب، فسوف تغلق قشوره.

ارتباطات الانترنت

- انقر على “uits and SeedsrF” للحصول على لمحة بسيطة حول أنواع الثمار الأساسية.
  versicolores.ca/seedsoflife/ehome.html
- صور ومعلومات حول مختلف أنواع الجوز.
  daphne.palomar.edu/Wayne/ecoph8.htm
- لائحة بالثمار الاستوائية مع صور ومعلومات حول كيفية استعمال كل منها.
  www.mobot.org/MOBOT/education/feast/index.html#fruits
- معلومات مفصلة حول مختلف أنواع الثمار والثمار اللبية.
  daphne.palomar.edu/Wayne/fruitid1.htm
  daphne.palomar.edu/Wayne/ecoph17.htm
  daphne.palomar.edu/Wayne/ecoph18.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على “Quicklinks”.

*تلقيح، 272.

البذور المبعثرة

قبل أن تبدأ البذور بالنموّ وتتحول إلى نباتات جديدة، تنتقل عادة بعيداً عن النبات الأم. يطلق على ذلك اسم **التناثر**، وهو يساعد الحؤول دون تنافس النباتات الجديدة مع أسلافها على المساحة والضوء والماء. وهناك بعض البذور، كالبازيلا، تندفع خارج الثمرة التي تبقى متصلة بالنبات الأم.

تنفجر ثمرة البازيلا الناضجة وتقذف بزورها بقوة.

وثمة بزور أخرى تنقل بعيداً عن النبات الأمّ داخل الثمرة. ويمكن أن تنتشر البذور بعدة طرق، بما في ذلك عن طريق الحيوانات والماء والريح.

التناثر الحيواني

تكون بعض البذور لذيذة المذاق بالنسبة إلى الحيوانات أو تكون موجودة داخل ثمرة لبية مغرية. تأكل الحيوانات هذه البذور وتخرج البذور عبر روثها. تعمل بعض الحيوانات، مثل السناجب وطيور أبو زريق، على تخزين الثمار والبذور. وتضعها أحياناً في مكان مثالي لنمو النباتات الجديدة.

إلا أن الثمار المتناثرة بواسطة الحيوانات لا تؤكل كلها. فبعضها، مثل ثمار الأرقطيون أو عشب الإوز، يملك خطافات تعلق بفرو الحيوانات المارّة. بذلك يمكن أن تنتقل الثمرة بعيداً جداً عن النبتة الأم قبل سقوطها على الأرض.

لثمرة الأرقطيون خطّافات تعلق بفرو الحيوانات.

التناثر المائي

تملك بزور الفاكهة المتناثرة بواسطة الماء، كجوز الهند، أغلفة سدودة للماء. ويحتوي جوز الهند على بزور أشجار نخيل جوز الهند. تطفو هذه البذور في الأنهار أو البحار إلى أن تصل إلى الشاطىء. وبعضها يجتاز مسافة 2000 كلم في تيارات المحيط قبل الوصول إلى اليابسة.

تكون ثمرة جوز الهند محفوظة داخل غلاف خارجي كبير سدود للماء، مبيَن هنا.

التناثر الهوائي

تكون الثمار أو البذور المتناثرة بواسطة الريح خفيفة جداً. وبعض البذور، مثل بزور أشجار الجمّيز، تكون محفوظة في الثمرة مع أجنحة ورقية، فيما تملك بزور أخرى، مثل الهندباء البريّة، ثماراً ذات شعيرات تلتقط الريح.

ثمار جمّيز، يحتوي كل منها على بزرتين.

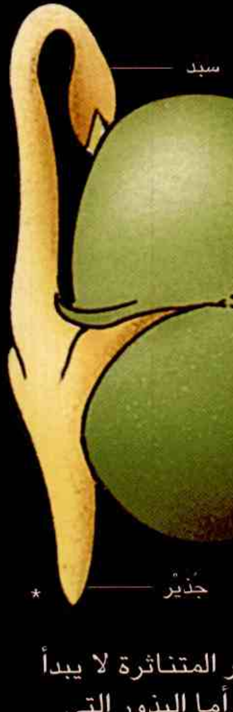
تكون كل بزرة هندباء برية معلَقة داخل ثمرة متصلة بمظلة ذات شعيرات رفيعة جداً. ويمكن لأدنى نسمةِ هواء أن تحمل المظلة وتدفع الثمرة بعيداً عن النبتة الأم.

قد تنتقل ثمرة الهندباء البريّة عدة أميال بواسطة الريح.

الإنتاش

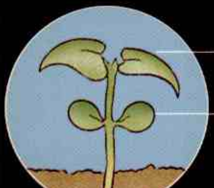
حين تكون الظروف ملائمة، تبدأ البزرة بالنمو لتصبح نباتاً جديداً. يعرف ذلك **بالإنبات أو الإنتاش**. ولكي تنبت البزرة، فإنها تحتاج إلى الدفء والأكسجين والماء. تمتص البزرة الماء وتبدأ بالانتفاخ. ينشطر غلاف البزرة ويفتح بحيث ينمو أول فرع وجذر (**السَّبَد والجُذَيْر**).

بزرة بازيلا منتشة



والعديد من البذور المتناثرة لا يبدأ بالنمو في الحال. أما البذور التي تبقى غير ناشطة لوقت طويل قبل الإنبات فإنها توصف **بالكامنة**.

يطلق على أولى الأوراق التي تنمو اسم **الفلقات أو الأوراق البزرية**. وتمتاز غالباً بشكل مختلف عن الأوراق الحقيقية اللاحقة. تملك بعض النباتات، مثل الأعشاب والتوليب، فلقة واحدة فقط. وهي تعرف **بالأحادية الفلقة**. أما النباتات التي تحتوي على فلقتين، كالبازيلا، فتعرف **بذوات الفلقتين**.



يعيش النبات الصغير، واسمه **البادرة**، من الطعام المخزّن في بزرته إلى حين نمو أوراقه. فيبدأ حينها بصنع طعامه الخاص بواسطة التركيب الضوئي*. ثم ينمو ويزهر، ويصبح جاهزاً لبدء الدورة مجدداً.

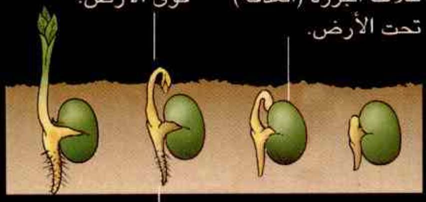
تحقّق بنفسك

لإنبات بزور مثل الفاصولياء أو العدس المجفف، ضعها على محرمة ورقية في طبق ورشّ الماء فوقها كل يوم. بعد بضعة أيام، سوف تشطأ (تتبرعم). يمكنك حينها زرعها إذا شئت في أوعية صغيرة.

أنواع الإنتاش

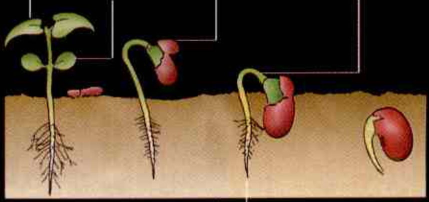
ثمة نوعان أساسيان من الإنتاش. ففي **الإنبات تحت السطحي**، تبقى الفلقات تحت الأرض داخل غلاف البزرة، ويكون السبَد الجزء الوحيد الذي يظهر فوق الأرض. تنبت البازيلا بهذه الطريقة.

إنتاش نبتة بازيلا



في **الإنبات فوق السطحي**، تظهر الفلقات فوق الأرض، تحت الأوراق الحقيقية الأولى. ينبت الفول بهذه الطريقة.

إنتاش نبتة فول



ارتباطات الانترنت

- معلومات عن البذور والثمار التي تتناثر بواسطة الريح والبحر.
  daphne.palomar.edu/Wayne/plfeb99.htm
  daphne.palomar.edu/Wayne/pldec398.htm
- مقال ممتع حول بنية البزرة والإنبات، مع رسوم بيانية.
  koning.escu.ctstateu.edu/seedg/seed.html
- لمحة بسيطة عن بنية البزرة.
  tqjunior.thinquest.org/3715/seeds.html
- الكثير من المعلومات حول البذور والجوز والثمار، وكيفية توزيعها، مع صور.
  library.thinkquest.org/17456/seeds1.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*تركيب ضوئي، 264.

نباتات جديدة من النباتات القديمة

نمت كل نبتة زعفران من ساق منتفخ اسمه القرمة.

بالإضافة إلى صنع البزور التي تنمو إلى نباتات جديدة، تستطيع نباتات كثيرة أن تتكاثر من خلال عملية يتحول فيها جزء من النبات إلى نبات جديد. وهذه الطريقة، المعروفة باسم **التكاثر الخضري**، هي نوع من التكاثر اللاجنسي، ما يعني أنها لا تستلزم خلايا جنسية ذكرية وأنثوية. في ما يلي وصف لبعض أعضاء النباتات المختلفة التي تستطيع التحول إلى نباتات جديدة.

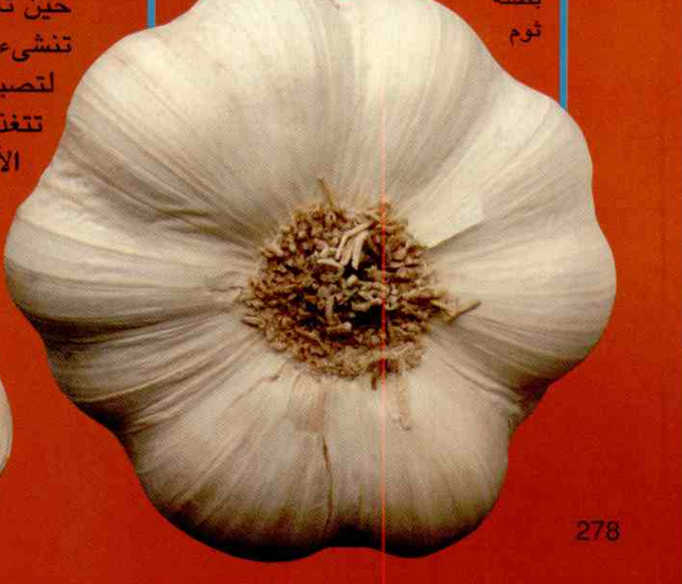
البصلات

تنمو نباتات مثل الثوم والتوليب من بصلات. والبصلة هي ساق تحت أرضي قصير وثخين، تحيط به أوراق حرشفية منتفخة بالطعام. يبقى هذا الساق حياً خلال الشتاء فيما تموت بقية النبتة وتستطيع بعض البصلات أن تتكاثر لاجنسياً من خلال أشطاء (أولّ البراعم) بصلات إضافية على الجوانب.

تحقّق بنفسك

بصلات الثوم هي بصلات مركّبة. ويعني ذلك أن كل ورقة منتفخة، اسمها الفص، تستطيع أن تتحول إلى نبتة ثوم.

حاول زرع بضعة فصوص في وعاء من خليط التسميد، على أن يكون الطرف الدائري في الأسفل. إروها باستمرار. بعد أسبوعين تقريباً، يفترض أن تظهر فروع نباتات ثوم جديدة.



بصلة ثوم

القُرْمات

القُرْمة هي قاعدة ساق قصيرة وسميكة منتفخة بالطعام. وهي تستطيع شطأ قرمات إضافية كل عام.

قرمات زعفران

الرِئدان (الآرآد)

تستطيع بعض النباتات، كالنباتات العنكبوتية ونباتات الفراولة، أن تتكاثر عن طريق إنتاج فروع جانبية طويلة تسمّى الرِئدان أو الآرآد.

حين تلامس الرِئدان الأرض، فأنها تنشىء جذوراً لها، وتبدأ بالنمو لتصبح نباتات جديدة. في البداية، تتغذى النبتة الجديدة من النبتة الأم. ولكنها حين تصبح قادرة على العيش وحدها، يتعفن الرئد ويبلى.

يستطيع كل فص ثوم أن تتحول إلى نبتة جديدة.

الجذامير

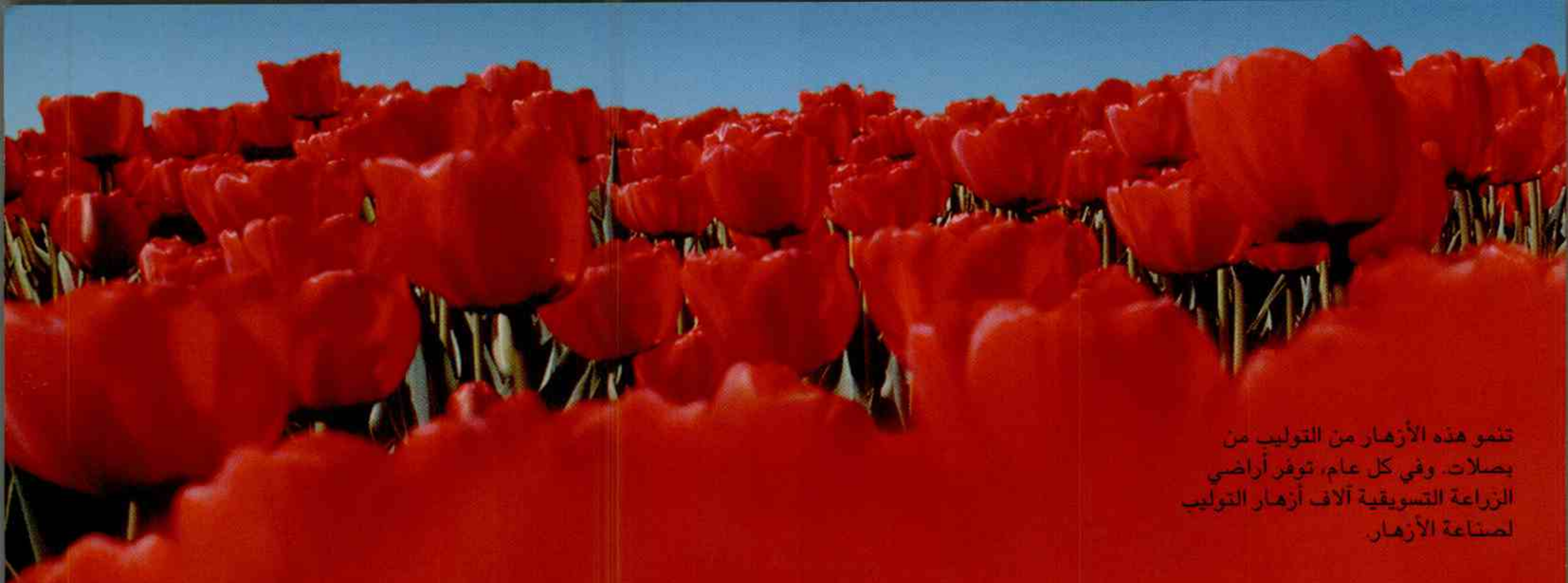
ينمو العديد من النباتات من سوقٍ سميكة تسمى **الجذامير** تنمو أفقياً تحت الأرض. ينتج الجذمور جذوراً بموازاة طوله بالإضافة إلى براعم تنمو منها فروع جديدة. والخنشار والنعناع والسوسن والعديد من الأعشاب هي نباتات تنتج الجذامير.

الدرنات

ينتج عدد من النباتات نسلاً من سوق تحت أرضية منتفخة اسمها **الدرنات**. تنشأ هذه الدرنات من فروع تنمو في التربة، ويحفظ الطعام في الدرنة. وخلال فصل الشتاء، يموت النبات الأم لكن الدرنات تتحول إلى نباتات جديدة في السنة التالية.

تنتج نباتات البطاطا درنات تتحول إلى نباتات جديدة.

درنة بطاطا. إنه جزء النبات الذي يمكنك أكله.



تنمو هذه الأزهار من التوليب من بصلات. وفي كل عام، توفر أراضي الزراعة التسويقية آلاف أزهار التوليب لصناعة الأزهار.

السرعة والنوعيّة

ينتج التكاثر الخضري نباتات جديدة أكثر مما تستطيع البذور إنتاجه من النباتات. وتكون النباتات الجديدة مماثلة للنبتة الأم. لذا يستفيد المزارعون وأصحاب أراضي الزراعة التسويقية غالباً من قدرة النبات على التكاثر خضرياً. وبالإضافة إلى إنتاج المزيد من النباتات، فإنهم يدركون أن النباتات الجديدة ستكون من نوعية النبات الأصلي نفسه.

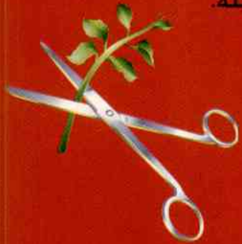
وقد طوّر المزارعون طرقاً لاستخراج أعضاء من النبات بهدف زرع نباتات جديدة. ويعتبر ذلك مثلاً على **التكاثر الاصطناعي**، لأن النباتات لا تتكاثر عادة بهذه الطرق إذا ما تركت لوحدها.

تفتقد بعض أنواع الثمار، مثل البرتقال أبو سرّة، إلى البزور. ولا يمكن إنباتها إلا من خلال طرق التكاثر الاصطناعي.

قطع الفسائل (التفسيل)

ثمة طريقة شائعة للتكاثر الاصطناعي وهي قطع الفسائل (التفسيل). ويقضي ذلك بأخذ قطعة مثل ساق جانبية أو ورقة (تسمى الفسيلة) من النبات، ومن ثم زرعها في التربة حيث تنمو وتتحول إلى نبتة جديدة. وقد تحتاج الفسيلة إلى أن تنقع في الماء لبعض الوقت حتى تنمو لها جذور جديدة قبل زرعها في التربة.

زرع نبات من فسيلة.



تفصل قطعة نبات من النبتة الأم.

توضع الفسيلة في الماء حتى تبدأ جذورها بالنمو.

يعاد زرع الفسيلة في التربة، حيث تنمو وتتحول إلى نبتة جديدة

التكاثر المجهري

يستطيع العلماء زرع نباتات جديدة من مجرّد بضع خلايا مأخوذة من نسيج جنيني إنشائي خاص بنبات معين. توضع الخلايا على هلام يحتوي على مواد كيميائية تدفع الخلايا إلى الانقسام. تنقل بعدها مجموعات الخلايا إلى هلام آخر يحتوي على مواد كيميائية تجعل الخلايا تنمو وتتحول إلى فروع. هذه الطريقة، المعروفة **بالتكاثر المجهري**، قادرة على إنشاء مئات النباتات المماثلة من نبتة أم واحدة.

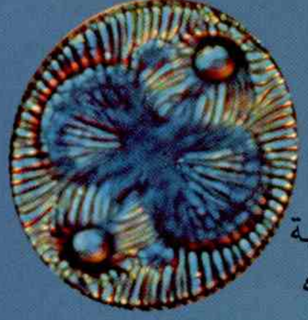
ارتباطات الانترنت

- معلومات مفصّلة حول التكاثر الطبيعي والاصطناعي، مع رسوم بيانية بسيطة.
  koning.escu.ctstateu.edu/vegprop/vegpropn.html
  koning.escu.ctstateu.edu/vegprop/vegpropa.html
- انقر على "science&tech" للاطلاع على بيولوجيا البطاطا. يشتمل الموقع أيضاً على تاريخ البطاطا ومعرض للصور.
  collections.ic.gc.ca/potato/index.asp
- العديد من الحقائق المذهلة بشأن نباتات التوليب.
  www.colorblends.com/otherPAGES/history.html
- معلومات حول مختلف النباتات الجذرية.
  daphne.palomar.edu/Wayne/vege1.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

يمكن زراعة البنفسج الأفريقي من فسائل الأوراق

النباتات المائية



نبات مائي مجهري اسمه المشطورات.

تنمو معظم النباتات على اليابسة، لكن هناك العديد من النباتات المائية أيضاً – أي النباتات المهيّأة خصيصاً للعيش في الماء. تعرف هذه النباتات بالنباتات المائية. وهي تتفاوت بين النباتات المجهرية، التي توجد في مجموعات من عدة ملايين، والنباتات المزهرة العملاقة التي يتعدى قطرها المتر الواحد.

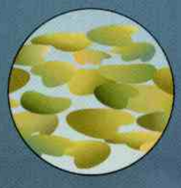
أسلوب عيش مائي

تكون النباتات المائية منبثقة من الماء أو مغمورة فيه. تنمو **النباتات المنبثقة**، كقضبان القصب، على نحو جيد في التربة الشديدة الرطوبة، أو في التربة التي تبقى مغمورة بالماء فترة طويلة. ويمكن مشاهدة معظم سوق هذه النباتات وأوراقها، أو حتى كلها، فوق سطح الماء.

يمكن مشاهدة قضبان القصب غالباً وهي تنمو خارج الماء بمحاذاة ضفة النهر.

أما النباتات **المغمورة**، مثل زنبق الماء، فهي تنمو تحت سطح الماء. إلا أن بعض أجزائها، مثل الأوراق الكبيرة، قد يطفو على السطح. وما لم تكن هذه النباتات حرّة العوم، فإن جذورها أو الأجزاء الشبيهة بالجذور، تتولى تثبيتها في الأرض تحت الماء.

تكون النباتات المغمورة الحرّة العوم، كالطحلب البطي، غير مثبتة بأي شيء. وهي تتوافر بأعداد كبيرة في المياه الهادئة والمحمية.



يطفو الطحلب البطّي بحرية على سطح الماء.

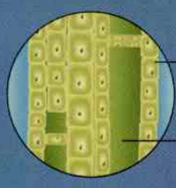
مزايا خاصة

تملك النباتات التي تنمو في الماء عدداً من المزايا الخاصة. فعلى سبيل المثال، لا تملك معظم الأوراق المائية طبقة خارجية شمعية صامدة للماء على عكس أوراق النباتات الأخرى. ويرجع ذلك إلى الحاجة إلى كامل سطح الورقة لتبادل الغازات بين النبات والماء. كما أن للعديد من النباتات المائية أوراقاً مختلفة جداً فوق سطح الماء وتحته.

يملك قدم الغراب المائي أوراقاً عريضة ومسطحة فوق سطح الماء.

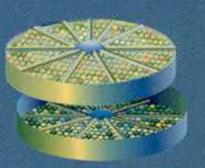
تحت الماء، تصبح أوراقه رقيقة ومقسومة على نحو دقيق.

تنشيء بعض النباتات المغمورة بالماء فجوات بين الخلايا في سوقها وأوراقها. تتولى هذه الفجوات التقاط الهواء مما يساعد أعضاء النبات على الطفو.



ينمو ساق زنبق الماء وجذوره تحت الماء.

هذه المشطورات هي نوع من الطحالب.



تتألف كل مشطورة من نصفين، ينطبقان معاً كما ينطبق الغطاء على العلبة.

الطحالب

تؤلف **الطحالب** مجموعة كبيرة من النباتات التي تمتاز ببنية بسيطة جداً. وتوجد معظم أنواع الطحالب في الماء، لكنها تستطيع أن تنمو في كل الظروف الرطبة على نحو ملائم، بما في ذلك التربة والصخور وحتى الكائنات الحية.

وتعتبر **المشطورات** المجهرية أحد أبسط أنواع الطحالب. ويتألف معظمها من خلية واحدة لها غلاف زجاجي صلب. يمتاز كل نوع من المشطورات بنمط مختلف من الغلاف.

لا تحتوي الطحالب المجهرية على جذور أو سوق أو أوراق على الإطلاق، ولا تحتوي على نسيج وعائي* حقيقي. لكنها تستطيع أن تتكاثر بسرعة وتصنع طعامها بنفسها باستخدام الطاقة الشمسية، مثل سائر النباتات. تشكل الطحالب مصدر طعام مهم للعديد من الكائنات المائية.

*خضاب، 261؛ نسيج وعائي، 254.

الأعشاب البحرية

الأعشاب البحرية هي أنواع من الطحالب المتعددة الخلايا. تملك معظم الأعشاب البحرية **مثبِّتات** شبيهة بالجذور في قاعدتها، ما يسمح بتشبثها بالأشياء الصلبة، كالصخور. ولبعض الأنواع **مثانات هوائية** شبيهة بالفقاقيع، تبقيها طافية على سطح الماء. أما أوراق الأعشاب البحرية، واسمها **الأوراق السرخسية** أو **السَّعَف**، فهي تحتوي غالبا على خضاب* يتيح لها امتصاص الضوء في مختلف أعماق المياه.

أمثلة على الأعشاب البحرية

يملك خسّ البحر أوراقاً سرخسية متجعِّدة ورقيقة جداً. تصبح هذه الأوراق أكثر دكنة كلما تقدم النبات في العمر لأن أنواعاً مختلفة من الطحالب الصغيرة تغطي سطحها.

ينمو الدلسي الصالح للأكل في البرك العميقة. ويساعده الخضاب الأحمر في أوراقه السرخسية على التقاط الضوء تحت الماء.

تملك الحشائش البحرية المجففة المليئة بالعقد أوراقاً سرخسية طويلة تحتوي على جيوب هوائية اسمها المثانات الهوائية.

دراسة الطحالب

يدرس العلماء أنواع وأعداد الطحالب في عيِّنة مائية لمعرفة مدى نظافة الماء. ويتضح أن الطحالب النهرية الأحادية الخلية، واسمها **اللصوقات**، تنمو عادة في المياه النظيفة.

إلا أن بعض أنواع الطحالب تتكاثر بسرعة في المياه التي تحتوي على مستويات مرتفعة من النترات (مواد كيميائية توجد في بعض الأسمدة ومياه الصرف). ويعرف ذلك **بالتأجين**. تستنفد هذه الطحالب الأكسجين الذي تحتاجه بقية الكائنات الحية في الماء، ما يؤدي في النهاية إلى قتلها.

ينجم التأجين في الأغلب عن مياه الصرف وعن السماد المنجرف من التربة الى الماء.

بدأت الطحالب الزرقاء المخضرّة (واسمها الجرائيم الزرقاء) بتغطية هذه البحيرة الملوثة.

تحقّق بنفسك

إذا قمت بزيارة الشاطىء، إبحث عن الأعشاب البحرية من مختلف الألوان والقوام. قد تعثر عليها في البرك الصخرية، أو مجروفة على الشاطىء. إبحث عن مزايا كالمثانات الهوائية أو المثبِّتات.

ارتباطات الانترنت

- تحرّك في الصفحة وانقر على "Aquatic Plants" للحصول على معلومات حول مختلف النباتات المائية. *mbgnet.mobot.org/fresh/index.htm*
- تحرك في الصفحة وانقر على "Diatoms" أو "Desmids" للحصول على صور مجهرية. *www.microscopy-uk.org.uk/mag/wimsmall/small.html*
- صور لمختلف أنواع الطحالب والمشطورات. *daphne.palomar.edu/Wayne/algae1.htm*
- دراسة مفصلة ومصورة عن النباتات المائية. *www.aquatic.uoguelph.ca/plants/index.htm*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

النباتات اللازهرية

تعرف حشيشة الكبد، والأشنة، والسرخس، والطحالب*، والكنبات*، بالنباتات اللازهرية. وهي لا تنتج أزهاراً أو بزوراً، وتتكاثر في العديد من الحالات بواسطة **التكاثر اللاجنسي**. وهذا نوع من التكاثر تبرز فيه الحاجة الى سلف واحد فقط لإنتاج كائن حيّ جديد مماثل له. ويعتقد كثير من العلماء أن هذه النباتات كانت من أولى أنواع نباتات اليابسة التي ظهرت في الأرض.

حشيشة الكبد

حشيشة الكبد هي نباتات منخفضة النمو تعيش في الأماكن الرطبة على التربة أو الصخور. وهي تفتقر إلى الجذور أو السوق أو الأوراق الحقيقية. يطلق على الجزء الأساسي من حشيشة الكبد اسم **المَشرة**. ويكون محفوظاً في الأرض بواسطة نتوءات بسيطة شبيهة بالجذور اسمها **أشباه الجذور**.

لا تحتوي حشيشة الكبد على نسيج وعائي* لنقل السوائل. كما أنها تفتقر إلى الطبقة الخارجية الصامدة للماء. ويعني ذلك أنها قادرة على امتصاص كل الماء الذي تحتاج إليه، لكنها أيضاً أكثر عرضة للجفاف.

هذه البراعم الصغيرة هي في الواقع نباتات جديدة ناتجة من التكاثر اللاجنسي، وتنفصل عن المشرة حين تنضج.

الأشنة

الأشنة أو الحزاز هي نباتات منخفضة النمو تعيش في الأماكن الرطبة والمظللة، كالجدران والصخور وجذوع الأشجار. وهي تفتقر إلى النسيج الوعائي*، تماماً مثل حشيشة الكبد. وبدلاً من ذلك فإنها تمتص مقادير كبيرة من الماء عبر العديد من بنياتها الصغيرة الشبيهة بالأوراق، والتي تكون بسماكة خلية واحدة فقط.

وإذا أصبحت الأحوال جافة جداً، تلتفّ أوراق الأشنة وتذوي وتصبح بنّية اللون. وهي تبقى غير ناشطة إلى أن تصبح الأحوال رطبة بشكل يكفي لكي تنمو من جديد.

تحتوي هذه الهراوات المزدوجة البوقية الشكل على خلايا تناسلية تسمى الأبواغ.

تحتشد هذه الأوراق الثنائية الشعبة من نبات رجل الذئب بإحكام حول قاعدة الساق.

رجل الذئب

ينمو نبات **رجل الذئب** بموازاة الأرض. وهو ليس نوعاً من الأشنة، على الإطلاق، لكنه ذو صلة بعيدة بالسراخس. يمتاز هذا النبات بأوراق ضيقة شبيهة بالحراشف تحتشد بكثافة حول السوق المحتوية على نسيج وعائي.

وقد استمد نبات رجل الذئب اسمه من نموّاته الشبيهة بالهرواة والمعروفة باسم **المخاريط**، والتي تحتوي على خلايا تناسلية تسمّى الأبواغ.

تنمو أشنة المنيوم أدناه على الصخور الرطبة وفي الجنبات المظللة.

يطلق على المحافظ الصغيرة الموجودة على سويقات الأشنة اسم **مغلّفات الأبواغ**. وهي تحتوي على الأبواغ (أي الخلايا التناسلية).

تمتص الأشنة مقادير كبيرة من الماء عبر آلاف الأوراق البالغة الصغر.

*طحالب، 281؛ كنبات، 295؛ نسيج وعائي، 254.

السراخس

هناك أكثر من 10000 نوع من السرخس. وهي تنمو في الأماكن الرطبة والمظللة في جميع أرجاء العالم. وعلى عكس الأشنة وحشيشة الكبد، تملك السراخس أوراقاً وسوقاً وجذوراً حقيقية، بالإضافة إلى نسيج وعائي جيد النمو. ويساعده ذلك على الصمود في الظروف الجافة، وكذلك على النمو على نحو أطول للحصول على نصيب أوفر من الضوء.

تمتاز معظم أنواع السراخس بسوق أفقية، اسمها الجذامير*، تنمو تحت الأرض. تندفع الأوراق المعروفة **بالأوراق السرخسية (السَّعف)** خارج الأرض على شكل لفيفات متراصة تنتشر بعد ذلك. والواقع أن أشكال الأوراق السرخسية تختلف حسب نوع السرخس.

يملك سرخس كف النسر أوراقاً سرخسية متينة ومرنة.

تتألف أوراق السرخس من عدّة وريقات.

يمتاز سرخس الفيجن الجداري بأوراق سرخسية دقيقة.

هذه البقع الصغيرة البنية هي في الواقع أكياس أبواغ (ضامَات) منتشرة على الجهة التحتية لورقة خنشار سرخسية.

التكاثر

تشهد معظم النباتات اللازهرية تكاثراً على مرحلتين يعرف **بتناوب الأجيال**. وفي هذا التكاثر، يتناوب نوع من التكاثر اللاجنسي مع تكاثر جنسي حقيقي يتطلب خلايا جنسية ذكرية وأنثوية. وفي أحيان أخرى، قد تتكاثر النباتات بواسطة التكاثر اللاجنسي وحده، كما يحصل عند إنتاج نباتات جديدة شبيهة بالبراعم اسمها **البُرَيْعمات**.

تكون المرحلة الأولى من تناوب الأجيال جنسية. يطلق على النبات اسم **النبات العروسي**، لأنه ينتج خلايا جنسية ذكرية وأنثوية (أعراس). تنتقل الخلية الذكر عبر الماء للوصول إلى خلية أنثى، وتتحدان معاً للتحول إلى بدن نبات اسمه **النبات البوغي**. تنتج الأشنات نباتات عروسية وبوغية في النبات نفسه، فيما تنتجها حشيشة الكبد والسراخس ومعظم أنواع الطحالب في نباتات منفصلة.

أما المرحلة الثانية اللاجنسية فتعرف **بالتبوّغ** أو **إنتاج الأبواغ**. ينتج النبات البوغي خلايا تناسلية اسمها **الأبواغ**. تتناثر الأبواغ الناضجة وتنمو في نباتات عروسية جديدة إذا توافرت لها ظروف ملائمة.

تتطوّر أبواغ السرخس إلى أكياس بالغة الصغر اسمها **الضامَات**. وهي تنمو عادة في عناقيد على الجهة التحتية من أوراق السرخس. تتحول الأبواغ المتناثرة إلى نباتات عروسية مسطحة، على شكل قلب في أغلب الأحيان، تعرف **بالمُشيرات** أو **طلائع المشرة**.

دورة حياة السرخس

تحقّق بنفسك

قد تشاهد أشنات صغيرة نامية على الجدران أو الأحجار في الحديقة. انظر إلى قوامها وشكلها عن كثب. وإذا كنت تعيش قرب منطقة مشجَرة أو حتى حديقة عامة، قد تعثر أيضاً على بعض أنواع السرخس. ابحث عن أكياس الأبواغ في الجهة السفلى من أوراقها.

ارتباطات الانترنت

- شرح واضح لتناوب الأجيال في السراخس، مع صور جيدة يمكن الاستعانة بها. www.microscopy-uk.org.uk/mag/artmay00/altern.html
- مقال تثقيفي حول الأشنات وحشيشة الكبد، مع صور مذهلة مأخوذة عن قرب. www.microscopy-uk.org.uk/mag/artjul98/jpmoss.html
- مدخل مفصّل بوضوح حول الأشنات والنباتات المماثلة، مع صور. www.perspective.com/nature/plantae/bryophytes.html
- صفحتان محتويتان على صور للأشنات، والسراخس والعديد من النباتات اللازهرية الأخرى، مع شرح موجز. daphne.palomar.edu/Wayne/bryoph1.htm daphne.palomar.edu/Wayne/pterido1.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks"

*جذمور، 278؛ نسيج وعائي، 254.

الفطرّيات

العفن الموجود على هذه البرتقالة هو نوع من الفطر البسيط.

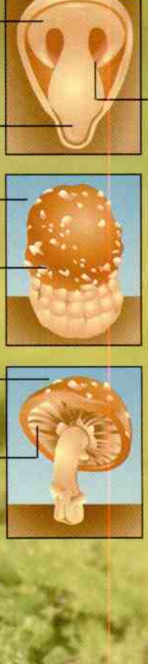
الفطريات كائنات بسيطة شبيهة بالنبات، لا تزهر أبداً وليس لها أوراق أو سوق أو جذور حقيقية. وهي تنمو في الأماكن الرطبة والمظلمة، ولا تحتوي على اليخضور الأخضر اللازم لصنع طعامها. لذا فإنها بدلاً عن ذلك تقتات بالكائنات الحية أو المادة الميتة. ويعتبر العفن والخميرة من الأمثلة على الفطريات.

بنية الفطرّيات

يكون الجزء الأساسي لمعظم الفطريات، واسمه **المشيجة**، موجوداً تحت الأرض. وهو كتلة من البنيات الصغيرة الشبيهة بالخيوط، تعرف باسم **الخيوط الفطرية** وتمتد في التربة. وهي تمتص مواد الطعام من المادة الميتة أو الجذور الحية الموجودة في التربة. يطلق على الفطريات التي تعيش على الجذور اسم **الفطريات الجذرية**.

لكي تتكاثر، تحتشد بعض الخيوط الفطرية مع بعضها بشكل متراص لتكوين نتوءات شبيهة بالأزرار. تندفع هذه الأخيرة عبر التربة وتنمو إلى **أجسام مثمرة**.

نمو جسم مثمر



وكما هي الحال في الأشنات والسراخس، تتكاثر الفطريات عن طريق إنتاج خلايا بالغة الصغر اسمها الأبواغ. تحتوي الأجسام المثمرة على ملايين الأبواغ. وحين تصبح الأبواغ جاهزة، يتم إطلاقها ونثرها بواسطة الريح. فإذا رست ضمن ظروف ملائمة، فإنها تنمو وتتحول إلى فطريات جديدة.

تنمو الأجسام المثمرة للفطريات وتموت بسرعة كبيرة جداً، لكن الأبواغ والمشيجة تكون قادرة على متابعة العيش تحت الأرض لعدة سنوات.

العَفَن والعفن الفطريّ

ينتمي **العفن والعفن الفطري** إلى الفطريات البسيطة التي لا تنتج أجساماً مثمرة كبيرة. وهي تنمو في أماكن دافئة ورطبة ومظلمة، وتقتات بالمواد الحية أو التي كانت حية في ما مضى، مثل الورق والخشب.

قد تشاهد العفن والعفن الفطري في منزلك أو حديقتك. فالبقع الزرقاء الصغيرة والرقع الخضراء الفروية التي تنمو مثلاً على الثمار أو الخبز القديم هي نوع من العفن. أما العفن الفطري فيبدو غالباً على شكل مسحوق أبيض أو رقع بيضاء. وهو ينمو في المناطق الرطبة، كسقوف الحمامات. وبعضه ينمو على النباتات، كالورود مثلاً.

انفتحت الخياشيم المسطحة لهذا الفطر للتخلص من أبواغه.

الجسم المثمر للفطر

هذا الفطر الكبريتي هو نوع من الرمّام يعيش ويقتات خشب الأشجار الميتة.

تغذية الفطريات

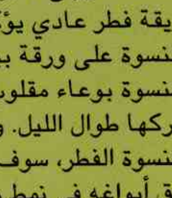
يطلق على الفطريات التي تقتات من مادة ميتة اسم **الرمّامات**. تحتوي المادة الميتة على مواد مفيدة مثل الكربون والنترات. لذا فعندما تقتات الفطريات من هذه المادة، تطلق مواد كيميائية قوية تسمّى **الأنزيمات** تتولى تفكيك طعامها إلى مواد بسيطة.

تمتص الفطريّات بعض المواد، فيما تعود المواد الأخرى إلى التربة، حيث تستخدمها النباتات والحيوانات مجدداً. بهذه الطريقة، تؤدي الفطريات دوراً مهماً في دورتي الكربون والنتروجين*.

أما الفطريات التي تقتات من الكائنات الحية فتعرف **بالطفيليّات**. والواقع أن بعضها جيد للنباتات التي يقتات منها إذ يزودها بالماء والمعادن. ويعرف ذلك **بالعلاقة التكافلية**.

تحقّق بنفسك

يمكنك النظر إلى الأبواغ من خلال قطع سويقة فطر عادي يؤكل، ووضع القلنسوة على ورقة بيضاء. غط القلنسوة بوعاء مقلوب رأساً على عقب واتركها طوال الليل. وحين تزيل الوعاء وقلنسوة الفطر، سوف تلاحظ أن الفطر أطلق أبواغه في نمط معين على الورقة.



طبعة أبواغ

النفع والضرر

بعض أنواع الفطريات مفيدة للبشر. على سبيل المثال، هناك دواء اسمه **البنسلين** يقتل الجراثيم التي تسبب أمراضاً مختلفة، وهو مصنوع من عفن معين. كما أن العروق الزرقاء في بعض أنواع الجبنة مصنوعة من أعفان مماثلة. وهناك فطر أحادي الخلية، اسمه **الخميرة**، يستخدم في صناعة الخبز وتخمير بعض المشروبات.

يصنع الخبز باستعمال فطر الخميرة.

لكن العديد من الفطريات مضرّ للكائنات الحية. فبعضها ينتج مثلاً أجساماً مثمرة شديدة السمية، فيما ينمو بعضها الآخر، مثل العفن الذي يسبب مرض البقّ الهولندي، على النباتات ويقتلها ببطء. وهناك بعض الفطريات التي تستطيع النمو على أجسام الحيوانات. فسعفة القدم والقوباء الحلقية هما على سبيل المثال من أمراض الجلد البشرية الناجمة عن الفطريات.

تعاني هذه الخنفساء من فطر يقتات على جسمها.

ارتباطات الانترنت

- موقع وب ممتاز يحتوي على شتى أنواع الحقائق والأحجيات والاختبارات المتعلقة بالفطر. www.herb.lsa.umich.edu/kidpage/factindx.htm
- دراسة معمّقة عن العفن ومواضيع ذات صلة. www.botany.utoronto.ca/ResearchLabs/MallochLab/Malloch/Moulds/Characteristics.html
- صفحات سهلة التصفح عن الفطريات. www.perspective.com/nature/fungi/index.html
- دراسة مفصلة للفطريات. www.ucmp.brkeley.edu/fungi/fungi.html
- انقر على "Fungi and Slime Molds" في اليسار للحصول على العديد من الصور المذهلة. www.pbrc.hawaii.edu/~kunkel/gallery/
- دراسة مصوّرة ومعمقة حول الفطريات. gened.emc.maricopa.edu/bio/bio181/BIOBK/BioBookDiversity_4.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*دورة الكربون، دورة النتروجين، 292.

الكفاح من أجل البقاء

يكافح كل كائن حي في الطبيعة للبقاء على قيد الحياة. إن معظم النباتات مهددة من قبل الحيوانات والبشر، فضلاً عن نباتات أخرى، وقد يتوجب عليها العيش في ظروف صعبة. وتنجح النباتات في البقاء على قيد الحياة من خلال التكيّف مع الحياة في بيئات مختلفة، والتنافس بنجاح مع كائنات حية أخرى.

هذه اليوكّة هي نبتة صحراوية، لها أوراق رفيعة قاسية تفقد القليل من الماء.

انتقاء طبيعي

مع مرور الوقت، تطوّر بعض النباتات مزايا تساعدها في البقاء ضمن ظروف معينة. كما أن المزايا المفيدة تزيد احتمال نجاح النباتات في البقاء والتكاثر. أما النباتات التي تفتقر إلى هذه المزايا فتموت غالباً. يطلق على هذه العملية اسم **الانتقاء الطبيعي** (انظر أيضاً صفحة 339).

النباتات الساحليّة

يعتبر شاطىء البحر مثالاً على البيئة التي قد تكون فيها الظروف قاسية. ففيه القليل من التربة الثابتة أو الماء العذب، وغالباً ما تهبّ الرياح القوية المالحة. لكن رغم ذلك، تمكنت بعض النباتات من أن تتكيّف مع العيش في هذه البيئة.

فعندما يتكوّن كَثيب رملي مثلاً، فإن الأعشاب فقط، هي التي تنمو فيه. وتؤلف جذور الأعشاب شبكة تساعد في تثبيت التربة الرملية الرخوة، ما يولد في النهاية نوعاً من التربة التي تسمح بعيش أنواع أخرى من النباتات المزهرة فيها.

تعمل الأعشاب النامية في الكثبان الرملية على جعل الأرض أكثر تماسكاً.

تتألف شطآن **الحصباء** من شظايا صخرية صغيرة ممزوجة بالرمل. وحدها النباتات ذات الجذور الطويلة أو المتمددة، التي تثبت النبات بإحكام في الحصباء، تستطيع العيش في هذه المناطق. كما أن الجذور الطويلة تساعد النبات في الوصول إلى موارد المياه العذبة الموجودة عميقاً تحت الأرض.

يتثبت الخشخاش البوقي الأصفر بإحكام في الحصباء بواسطة جذوره الطويلة.

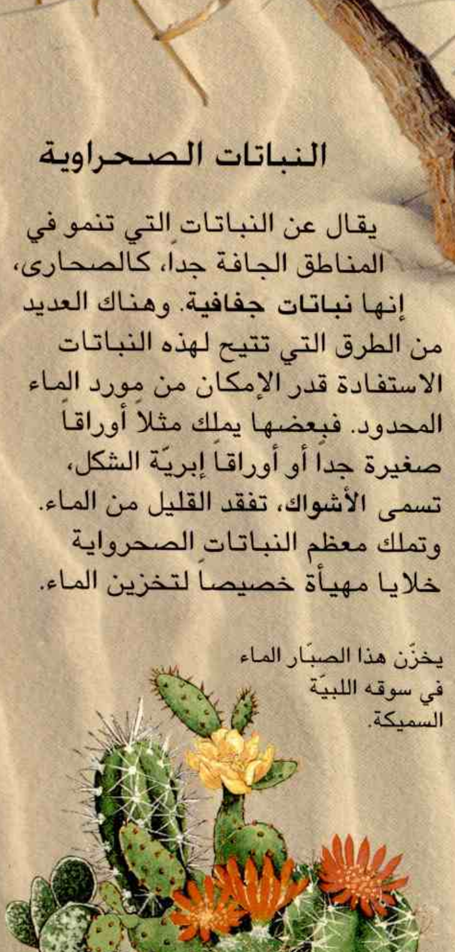
عند التقاء النهر بالبحر تتكوّن مناطق اسمها **المستنقعات الملحية**. وتكون تربتها **مالحة**، ما يعني عدم قدرة معظم النباتات على النمو فيها.

وهناك مجموعة من النباتات تعرف **بالنباتات الملحية** تستطيع العيش في المناطق المالحة. ويحتاج بعض هذه النباتات إلى الملح للنمو، فيما يتكيّف بعضها الآخر لإزالة الملح من الماء الذي تمتصه. وعلى سبيل المثال، تملك بعض النباتات الملحية **مثانات ملح** على سطح أوراقها. تنفجر هذه المثانات لإطلاق الملح. وهناك نباتات ملحية أخرى تخزن الملح في الأوراق القديمة، للتخلص منها لاحقاً.

تنمو نجميّة البحر على أحسن ما يرام في الظروف المالحة.

النباتات الصحراوية

يقال عن النباتات التي تنمو في المناطق الجافة جداً، كالصحارى، إنها **نباتات جفافية**. وهناك العديد من الطرق التي تتيح لهذه النباتات الاستفادة قدر الإمكان من مورد الماء المحدود. فبعضها يملك مثلاً أوراقاً صغيرة جداً أو أوراقاً إبريّة الشكل، تسمى **الأشواك**، تفقد القليل من الماء. وتملك معظم النباتات الصحراوية خلايا مهيأة خصيصاً لتخزين الماء.



يخزّن هذا الصبّار الماء في سوقه اللبيّة السميكة.

الوقاية

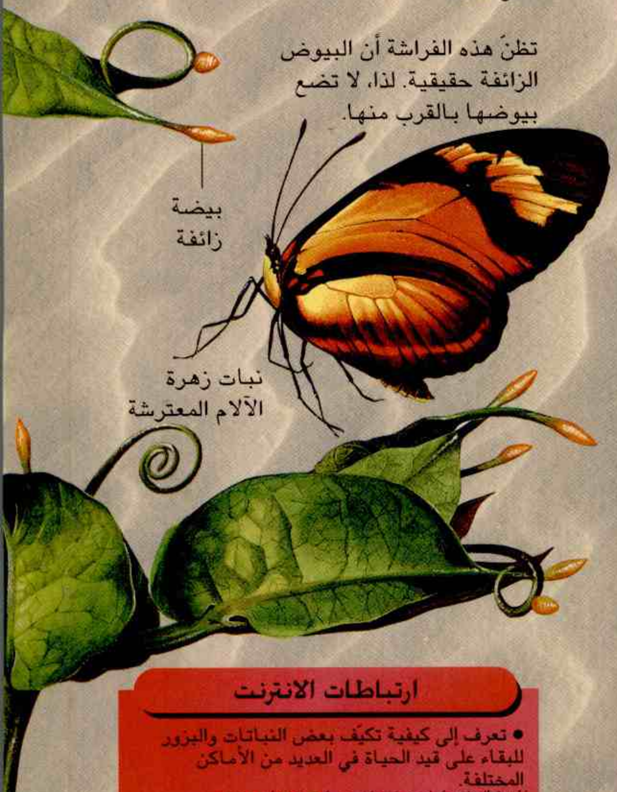
تتعرّض النباتات باستمرار لخطر الحيوانات التي تريد أكلها. إلا أن بعض النباتات تملك مزايا خاصة تحميها من الحيوانات الجائعة والمخاطر الأخرى. تعرف هذه المزايا **بالتكيّفات الوقائية**.

يتأذّى العديد من النباتات بسبب يرقانات الحشرات الجائعة، مثل يرقانات الفراشات. فهذه اليرقانات تخرج من البيض الموضوع على أوراق النبات.

إلا أن بعض نباتات زهرة الآلام المعترشة تحمي نفسها من هذا الخطر من خلال تنمية نتوءات صغيرة تشبه بيوض الفراشة. فالفراشات لا تضع بيوضها إجمالاً على نبات يبدو وكأنه استقبل بعضاً من هذا البيض. وهكذا، يتم وضع عدد ضئيل فقط من البيوض الحقيقية على النبات وبالتالي لا يهاجمه سوى عدد ضئيل من يرقانات الفراشات.

تملك بعض النباتات، مثل هذه الوردة الكلبية، أشواكاً حادة تجعل أكلها صعباً على الحيوانات.

تطلق الشُعيرات الصغيرة الموجودة على أوراق هذا القرّاص مادة كيميائية لاذعة فور لمسها.



تظنّ هذه الفراشة أن البيوض الزائفة حقيقية. لذا، لا تضع بيوضها بالقرب منها.

النباتات الصخرية

يقال عن النباتات التي تعيش على سطح الصخور إنها **نباتات صخرية**. وهي موجودة غالباً على الجدران وسطوح الجروف ومنحدرات الجبال. تملك نباتات الصخور عادة جذوراً خاصة تثبتها بالصخور.

الأشنة هي أحد أنواع النباتات القليلة التي تستطيع العيش على الصخور.

تستخدم بعض أنواع النباتات الحيل والمظاهر الكاذبة للبقاء في أمان. فنباتات الحجارة الحية تكيّفت مثلاً للاندماج تماماً مع الحصى في الأرض. وهكذا، تظن الحيوانات خطأ أنها حجارة حقيقية ولا تحاول أكلها. يعرف هذا النوع من التنكر **بالتمويه**.

تنمو الحجارة الحية على الأرض. وهي تشبه الحصى.

ارتباطات الانترنت

- تعرف إلى كيفية تكيّف بعض النباتات والبزور للبقاء على قيد الحياة في العديد من الأماكن المختلفة.
  www.pbs.org/wnet/nature/plants/html/intro.html
- اكتشف ما يساعد النبات على البقاء في الصحراء.
  www.desertusa.com/du_plantsurv.html
- ادخل إلى Geo-Globe ثم انقر على "Geo-adapt" للمشاركة في لعبة تكيّف النبات.
  library.thinkquest.org/10157
- استكشف المواضيع المذكورة في قائمة kosterbacP لمعرفة كيفية بقاء النباتات والحيوانات والبشر على قيد الحياة في ألاسكا المتجمّدة.
  www.blm.gov/education/arctic/arctic.html
- كيف تحمي نباتات الغابات المطيرة نفسها.
  www.gn.apc.org/LivingEarth/RainforestDB/Ecology/1.7/1.7.1.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

تحقّق بنفسك

يمكنك الاحتفاظ بالصبّار بسهولة في المنزل. ينمو الصبّار على أحسن وجه في التربة الرملية المكسوّة بغطاء من الحصى. وهو يحتاج إلى الكثير من ضوء الشمس، وإلى القليل من الماء. لذا، فحين تروي الصبّار، سوف تلاحظ أن الماء يقطر من سطحه. والسبب في ذلك أن قشرة الصبار قاسية وكثيفة للاحتفاظ بأكبر قدر من الماء. ويحصل الصبّار على كل الماء الذي يحتاج إليه عبر جذوره.

أساليب عيش النبات

إن أزهار الربيع الزرقاء معمَّرة، إذ تزهر سنة بعد سنة.

ترتبط طريقة نمو النبات وتكاثره بأشياء عدّة، مثل المناخ والتربة والأحوال الجوية. فبعض النباتات تعيش في مناطق يستحيل فيها النمو في بعض فترات السنة، ولذلك تنمو بسرعة وتتكاثر مرات عدة حين تكون الظروف ملائمة. وثمة نباتات أخرى تنمو في سنة معينة وتتكاثر خلال السنة التالية. ويوصف كل عام في حياة النبات بموسم نموّ واحد.

النباتات الحولية

يقال عن النباتات المزهرة التي تعيش وتموت في غضون سنة واحدة إنها **حولية**. وقد تحدث كامل عملية النمو والإزهار وإنتاج البزور في غضون أسابيع قليلة فقط. تجدر الإشارة إلى أن النباتات الحولية تزهر وتموت عادة بحلول نهاية الصيف. وتبقى بزورها غير ناشطة خلال الشتاء، وإنما مستعدة للنمو والتحوّل إلى نباتات جديدة حين يأتي الربيع.

تنمو هذه اللوبيلية وتزهر وتموت خلال سنة واحدة.

النباتات المحولة

تحتاج بعض النباتات المزهرة إلى سنتين لإتمام دورة حياتها. وتعرف **بالنباتات المحولة (الثنائية الحول)**. فخلال السنة الأولى، ينمو النبات ويخزن طعامه. وفي السنة الثانية، يصبح النبات أطول ويزهر وينتج البزور. بعد ذلك، يموت النبات بأكمله.

ينمو المنثور الأصفر ويخزن طعامه في سنة، ثم يزهر ويموت في السنة التالية.

النباتات المعمَّرة

يقال عن النباتات التي تعيش لسنوات عدة إنها **معمَرة**. وثمة نوعان من هذه النباتات. **فالنباتات العشبية المعمرة** تفقد كل الأجزاء الموجودة فوق سطح الأرض كل شتاء. وتصبح جذورها منتفخة بالطعام وتبقى غير ناشطة إلى حين نشوء فروع جديدة منها خلال فصل الربيع التالي.

أما الجنبات والأشجار فهي **النباتات الخشبية المعمَرة**. قد تفقد بعض أجزائها، مثل الأوراق، خلال الشتاء لكن سوقها أو جذوعها تبقى على قيد الحياة وتصبح أكثر سماكة كل عام.

أساليب عيش الأشجار

يمكن تقسيم الأشجار إلى فئتين: الأشجار المعبلة (النفضية) والأشجار الدائمة الاخضرار. **فالأشجار المُعبلة** تفقد أوراقها كل عام، ويملك معظمها أوراقاً رقيقة وطرية تجف بسهولة. لذا، تتساقط هذه الأوراق مباشرة قبل الشتاء، حين تبدأ الحرارة بالانخفاض. وإذا تجمّدت الأرض، يصبح توافر الماء قليلاً. لذا، إن احتفظت الأشجار النفضية بأوراقها خلال هذا الوقت، سيتم فقدان الكثير من الماء النفيس عبرها.

أما الأشجار التي لا تتخلص من أوراقها كلها دفعة واحدة فتعرف **بالأشجار الدائمة الاخضرار**. وعلى عكس الأشجار المعبلة، فإن لهذه الأشجار أوراقاً قاسية وشمعية، ما يعني أنها تفقد مقداراً أقل من الماء. وهي تستطيع البقاء والنموّ في الأماكن حيث يتوافر القليل من الماء. كما أن الاحتفاظ بأوراقها يعني قدرتها على متابعة صنع الطعام خلال الشتاء، حتى لو توافر لها مقدار أقل من ضوء الشمس.

تتغير ألوان الأوراق في الأشجار المعبلة قبل تساقطها. وتنمو أوراق جديدة خلال الربيع حين ترتفع درجة الحرارة.

تملك مثل هذه الصنوبريات أوراقاً شمعية رفيعة ذات مساحة سطحية صغيرة. لذا، يفقد القليل من الماء عبرها.

في بعض الأماكن، كما في الأراضي المعشوشبة، يسود موسمان فقط: الممطر والجاف. لذا، تتخلص الأشجار هنا من أوراقها في بداية الموسم الجاف، حين ينخفض مستوى الرطوبة في التربة تحت نقطة معينة. وتبدأ الأوراق بالنمو مجدداً في بداية الموسم الممطر حين يتوافر الماء مجدداً.

النباتات الزائلة

يقال عن النباتات ذات دورات الحياة القصيرة جداً إنها **نباتات زائلة**. وهي موجودة غالباً حيث تتوافر ظروف النمو الملائمة لوقت محدود، كما في الصحاري. تنمو هذه النباتات بسرعة من البزور التي كانت غير ناشطة في الأرض. وتزهر وتنتج البزور، التي قد تنمو بدورها وتزهر وتنتج البزور، وهلم جرّا، إلى أن تعود الظروف غير ملائمة مجدداً.

خلال موسم المطر القصير، أزهرت هذه النباتاتِ الصحراوية مشكلة بساطاً من الأزهار.

تحقّق بنفسك

إذا صادف وجودك في منطقة مشجّرة، انظر عن كثب إلى الأشجار. لاحظ ما إذا كنت تستطيع العثور على أمثلة عن الأشجار النفضية والدائمة الاخضرار، وقارن بين أوراقها. تكون الأوراق النفضية مسطحة والعروق ممتدّة فيها. أما الأوراق الدائمة الاخضرار فتميل إلى أن تكون شمعية ومسننة.

ارتباطات الانترنت

- شاهد فيلماً عن أوراق الخريف.
  www.brainpop.com/science/ecology/automnleaves/index.asp
- استكشف متحف الصحراء للعثور على صور ومعلومات حول النباتات الصحراوية السريعة الزوال. أنقر على «Introduction» للانطلاق.
  www.desertmuseum.org/exh_bloom.html
- تعلّم كل شيء عن دورة حياة الأشجار في غابات كاليفورنيا. أنقر على "orestsAbout F" ثم على «orest CycleThe F» للانطلاق.
  www.foresthealth.org/a.htm
- إبحث عن النباتات الحولية أو ثنائية الحول أو المعمّرة أو نباتات أخرى في هذه الموسوعة عبر الشبكة.
  www.virtualgarden.com/encyclopedia

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

النباتات والبشر

يمكن تقسيم العالم إلى مواطن حيوية. فكل موطن حيوي هو منطقة لها مناخ فريد ونوع محدد من التربة. يحتوي الموطن الحيوي على **أنظمة بيئية** أي مجموعات من النباتات والحيوانات التي تتفاعل مع بعضها ومع محيطها. لكن العديد من الأنظمة البيئية تتلف بسبب طريقة استخدام البشر للأرض.

خريطة تظهر المواطن الحيوية الأساسية في العالم.

رموز المواطن الحيوية

- غابة مطيرة استوائية
- غابة نفضية (معبلة)
- جبال
- غابة صنوبرية
- غابة شجيرات
- أرض معشوشبة معتدلة
- سهول جرداء
- أرض معشوشبة استوائية
- صحراء
- مساحات قطبية (القليل من الحياة النباتية)

تحتوي **الغابات المطيرة الاستوائية** على عدد هائل من النباتات التي تنمو في طبقات عدّة. تشكل أعالي الأشجار الطبقة العلوية، فيما تؤلف النباتات الأرضية الطبقة السفلية. وتحتوي كل طبقة على أشكال مختلفة من الحياة.

سحلبية

تنمو **الغابات النفضية (المعبلة)** عموماً في طبقات. تحتل الأشجار النفضية* الطويلة الطبقة العلوية، فيما توجد تحتها طبقة من الأشجار الصغيرة والشُجيرات، ومن ثم طبقة من الجنبات. ينتشر بعدها عدد من النباتات الأصغر حجماً، وأخيراً طبقة من الأشنة والحزاز على الأرض.

ورقة بلّوط

تكون **الجبال** باردة ومكشوفة. وحدها النباتات المنخفضة النمو، مثل الأشنات والجنبات، تستطيع النمو عليها.

تحتوي **الغابات الصنوبرية** على أعداد كبيرة من الصنوبريّات. وتكون موجودة عادة في المساحات التي تتجمّد تربتها خلال جزء من السنة. لكن ذلك يجعل الحصول على الماء صعباً بالنسبة إلى النباتات. تمتاز الصنوبريات بأوراق قاسية ورفيعة، اسمها **الإبر**، تخفف من فقدان الماء.

كوز تنّوب فضي

تحتوي **غابات الشجيرات (العَيص)** أساسا على جنبات. ويمتاز معظم هذه الجنبات بأوراق صغيرة، جلدية أو شبيهة بالإبر، تساعدها على الحؤول دون فقدان الماء خلال الموسم الجاف.

تحتوي **الأراضي المعشوشبة المعتدلة** (المعروفة أيضاً **بالمروج** أو **السهوب**) على عدة أنواع مختلفة من الأعشاب، وعلى أشجار قليلة. ويشكل مزيجها الغني من الأعشاب طعاماً للعديد من حيوانات الرَعْي المختلفة.

أما **التندرا** فهي باردة تذروها الرياح. وتحتوي على نباتات منخفضة النمو، مثل الحزاز والأشنات والجنبات الصغيرة. وتكون الحرارة منخفضة جداً بالنسبة إلى النباتات الكبيرة مثل الأشجار.

أشنة

تمتاز **الأراضي المعشوشبة المدارية** بغطاء دائم من الأعشاب، وأحياناً من الأشجار والجنبات أيضاً. وخلال الموسم الجاف الطويل، تحدث حرائق عدّة فيها، مخلفة وراءها الرماد الذي يساعد في تخصيب التربة.

عشب الساق الأزرق الكبير

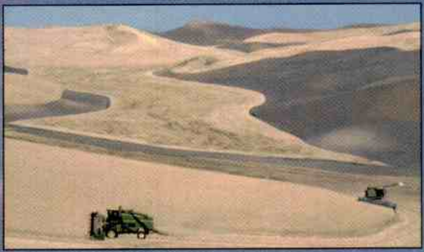
أما **الصحارى** فهي حارّة وجافة. وتمتاز نباتات الصحارى عموماً بغطاء خارجي شمعي سميك وأوراق نحيلة للتخفيف من فقدان الماء.

عند إخلاء مساحات كبيرة مثل هذه لجعلها أراض صالحة للزراعة، يتجلى خطر يتمثل في فقداننا الكثير من المواطن الطبيعية، بما في ذلك الأسيجة الشجرية والغابات.

*أشجار معبلة، 289.

طعام للجميع

خلال آلاف السنين المنصرمة، اكتشف البشر طرقاً مختلفة لإنتاج الطعام الذي يحتاجون إليه من الأرض حولهم. لكن مع ازدياد عدد السكان، برزت الحاجة إلى المزيد من الطعام. ويعني ذلك استعمال المزيد من المساحة لزرع المحاصيل أو استعمال الأراضي الزراعية الموجودة بفاعلية أكبر. إلا أن بعض أساليب الزراعة سبَّب تأثيرات مدمِّرة للأنظمة البيئية.



هنا، جرى إخلاء مساحة كبيرة من الأرض لزرع المحاصيل، مما دمَّر النظام البيئي الذي كان موجودا قبلاً.

منذ بداية الزراعة، تعرَّف البشر إلى النباتات ذات المزايا المفيدة، مثل الثمرة الأكبر أو المقاومة الأكبر للآفات. واستعملوا بزورها لزراعة محاصيل أفضل. يعرف ذلك **بالاستيلاد الانتقائي**. إلا أن الاستعمال المفرط لهذا الاستيلاد الانتقائي قد يفضي إلى خسارة كبيرة في **التنوّع الحيوي** أي المجموعة الهائلة من الكائنات الحية في الأرض.

أما **الزراعة المكثَّفة** فتستخدم الأسمدة الكيميائية ومبيدات الحشرات والمعدّات الآلية وسبلاً أخرى لزراعة أكبر قدر ممكن من المحاصيل. إلا أن هذه الطرق لا تعيد إلا عدد ضئيل جداً من المواد الطبيعية إلى التربة، ويمكن للمواد الكيميائية أن تؤذي الأرض والحيوانات التي تعيش فيها.

غالباً ما تستخدم الزراعة المكثَّفة المعدّات الآلية مثل هذه لرش الحقول المليئة بالمحاصيل بمبيدات الحشرات أو مواد كيميائية أخرى.

التعديل الوراثي

تخضع خصائص الكائن الحيّ لسيطرة الجينات* الموجودة في خلاياه. تتم وراثة هذه الجينات من الأهل عبر التكاثر، ولذلك لا يمكن نقلها بصورة طبيعية من أحد أنواع الكائنات الحية إلى نوع آخر.

إلا أن العلماء قادرون على أخذ جين ذي خاصية معينة مفيدة من كائن حي ووضعه في كائن آخر من نوع مختلف. يعرف ذلك **بالتعديل أو التحوير الوراثي**، فيما يطلق على الطعام المنتج بهذه الطريقة اسم **الطعام المعدَّل وراثياً**.

وقد بات ممكناً مثلاً أخذ جين يجعل السمك مقاوماً للبرد، ووضعه في نبات طماطم. يفضي ذلك إلى نباتات بندورة قادرة على العيش في الطقس البارد.

تبدو هذه الطماطم المعدلة وراثياً شبيهة بالطماطم العادية. ويتحدث العديد من الأشخاص الذين يريدون تفادي شراء الأطعمة المعدلة الوراثية عن ضرورة وضع لصائق واضحة في هذا الصدد.

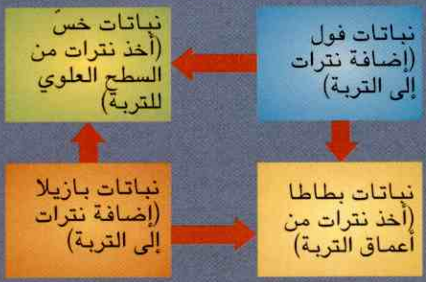
يرى بعض الأشخاص أن المحاصيل المعدّلة وراثياً يمكن أن تساعد في حلّ مشكلة نقص الطعام في العالم. ويعتقد آخرون أن إضافة كائنات معدّلة وراثياً إلى العالم الطبيعي قد يسبب ضررا غير عكوس للبيئة. وإلى حين معرفة المزيد عن التأثيرات الطويلة الأمد للتعديل الوراثي ، يصعب معرفة مدى فائدته أو ضرره.

الزراعة العضوية

تعمل **الزراعة العضوية** بأمانة مع الطبيعة من خلال عدم إضافة مواد كيميائية اصطناعية إلى التربة. ولتفادي استعمال مبيدات الحشرات الكيميائية، مثلاً، يعمد بعض المزارعين العضويين إلى زراعة البصل بين محاصيلهم. فالرائحة القوية للبصل تحجب رائحة المحاصيل، فلا تنجذب بالتالي الحشرات المؤذية إليها.

يستخدم المزارعون العضويون غالباً طريقة تسمّى **الدورة الزراعية**. تتم زراعة المحاصيل التي تستخدم أو تستبدل بعض المعادن، مثل النترات، في حقول مختلفة كل عام. ويستخدم الزبل وخليط التسميد بمثابة أسمدة لمساعدة المحاصيل على النمو. من شأن هذه الطريقة إبقاء مستويات المواد الطبيعية متوازنة في التربة.

مثال على الدورة الزراعية



يفضل بعض الأشخاص تناول الطعام المزروع عضوياً لأنهم يدركون أنه طبيعي تماماً وخالٍ من المواد الكيميائية المؤذية.

ارتباطات الانترنت

- معلومات حول المواطن الحيوية الأساسية في العالم.
mbgnet.mobot.org/sets/index.htm
- تعلَّم أموراً عن أعمال البستنة والزراعة.
www.nmnh.si.edu/garden/
- موقع أصدقاء الأرض في شبكة الوب يشرح المخاطر المحتملة للأطعمة المعدّلة وراثيا.
www.foe.co.uk/campaigns/food_and_biotechnology/
- يشرح مونسانتو، وهو منتج بارز للمحاصيل، الفوائد المحتملة للأطعمة المعدّلة وراثيا.
www.biotechbasics.com
- موقع تفاعلي حول الزراعة العائلية.
topaz.kenyon.edu/projects/farmschool/types/whatisbs.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*جينات، 380.

الدورات الطبيعية

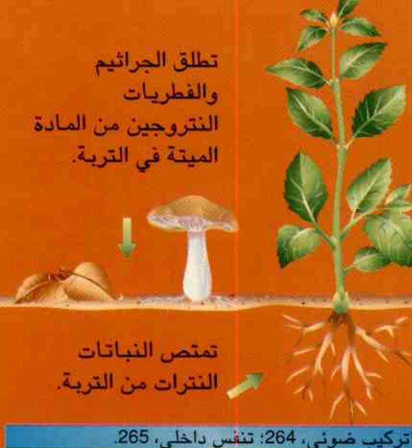
تحتاج النباتات والحيوانات إلى الكربون والنتروجين والأكسجين والماء للبقاء على قيد الحياة. يعاد تدوير هذه المواد الحيوية على الدوام بين الهواء والأرض والكائنات الحية، ما يعني أن النباتات والحيوانات لن تصاب أبداً بنقص فيها. إلا أن الدورات الطبيعية تضطرب بسهولة، وخصوصاً نتيجة النشاطات البشرية التي تطلق مواد مؤذية في البيئة.

تعمل بعض الفطريات على تفكيك المادة الميتة. من شأن ذلك إعادة المواد الكيميائية الأساسية إلى التربة.

دورة النتروجين (الآزوت)

تحتاج كل الكائنات الحية إلى **النتروجين** لصنع مواد كيميائية أساسية اسمها **البروتينات**. لكن قبل أن تتمكن النباتات والحيوانات من استعمال النتروجين، لا بد من اتحاده مع الأكسجين لتكوين **النترات**. ويكوّن البرق بعض النترات من النتروجين الموجود في الهواء. كما تنتج بعض أنواع الجراثيم النترات، علماً أن معظمها يعيش داخل جذور خُضر اسمها البقول، مثل البازيلا والفول.

حين يموت نبات أو حيوان، تعمل الفطريّات والجراثيم على تفكيكه. يؤدي ذلك إلى إطلاق النتروجين في التربة بشكل مادة كيميائية اسمها **الأمونيا**. وتعمل **الجراثيم المثبتة للنتروجين** في التربة على تحويل الأمونيا إلى نترات تمتصه النباتات. تحصل الحيوانات على هذه النترات من خلال أكلها النباتات أو الحيوانات التي أكلت النباتات. (للمزيد من المعلومات حول دورة النتروجين، أنظر صفحة 64.)



تطلق الجراثيم والفطريات النتروجين من المادة الميتة في التربة.

تمتص النباتات النترات من التربة.

دورة الكربون

تحتاج كل الكائنات الحية إلى **الكربون** للعيش والنمو. تحصل النباتات على الكربون من ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء. وأثناء التركيب الضوئي*، تستخدم النباتات ثاني أكسيد الكربون لصنع مواد غذائية اسمها **الكربوهيدرات**.

تمتص النباتات ثاني أكسيد الكربون خلال النهار لمساعدتها على صنع الطعام.

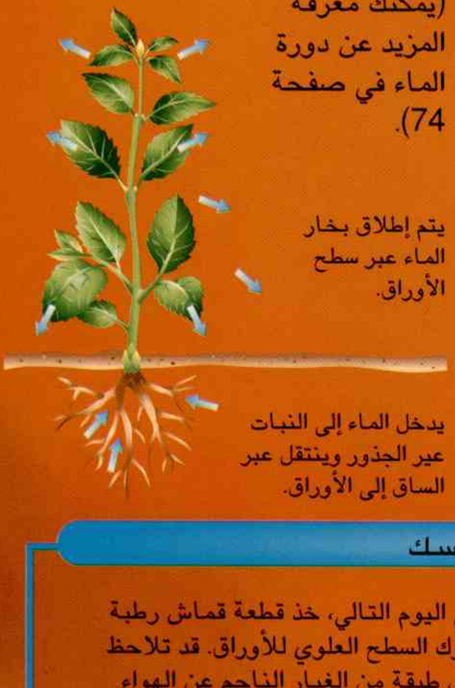
خلال الليل، تطلق النباتات ثاني أكسيد الكربون عند التوقف عن صنع الطعام.

في داخل الكائنات الحية، يحوّل التنفس الداخلي* الكربوهيدرات إلى طاقة، ما ينتج ثاني أكسيد الكربون بشكل نفاية. كما يتم إطلاق ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي عند احتراق المادة العضوية أو انحلالها في التربة. (للمزيد من المعلومات حول دورة الكربون، أنظر صفحة 52).

دورة الماء

يعاد تدوير الماء على الدوام عبر الهواء والأنهار والبحار. فالماء الذي يهطل بمثابة مطر لا يلبث أن يجري في الأنهار، ومن ثم في البحار. ثم يتحول بعدها إلى بخار ويؤلف قطرات بالغة الصغر في الهواء. تشكل هذه القطرات غيوماً، ويهطل الماء مجدداً إلى الأرض بمثابة مطر.

تنتح النباتات (تطلق بخار الماء) عبر أوراقها. وتطلق معظم الحيوانات الماء أيضاً أثناء الزفير (يمكنك معرفة المزيد عن دورة الماء في صفحة 74).



يتم إطلاق بخار الماء عبر سطح الأوراق.

يدخل الماء إلى النبات عبر الجذور وينتقل عبر الساق إلى الأوراق.

تحقّق بنفسك

قد تتعرض النباتات التي تنمو في المدن إلى الأذى نتيجة جسيمات الغبار الصادرة عن عوادم السيارات. إجمع في يوم جاف بعض الأوراق من الأشجار أو الجنبات النامية في مدينة حيث يمرّ عدد كبير من السيارات.

وفي اليوم التالي، خذ قطعة قماش رطبة وافرك السطح العلوي للأوراق. قد تلاحظ زوال طبقة من الغبار الناجم عن الهواء الملوث. تؤدي هذه الطبقة إلى حجب الضوء الذي تحتاج إليه الأوراق لصنع الطعام للنبات، ما يجعله أقل صحة.

*تركيب ضوئي، 264؛ تنفس داخلي، 265.

الإخلال بالتوازن

يستطيع البشر الإخلال بتوازن الدورات الطبيعية بطرق متنوعة. ففي بعض أنحاء العالم مثلاً، يتم حرق الغابات لإفساح المجال أمام الزراعة أو البناء. يؤدي الحرق إلى إطلاق الكربون الذي يؤلف ثاني أكسيد الكربون في الهواء.

ولا تفلح بقية النباتات في إزالة ثاني أكسيد الكربون هذا بسرعة كافية أثناء عملية التركيب الضوئي*، ما يؤدي إلى تراكمه في الغلاف الجوي.

إن الطبقة الكثيفة من ثاني أكسيد الكربون تحبس حرارة الشمس حول الأرض، مولدة ما يعرف **بظاهرة الدفيئة**. ويعتقد إن هذا الأمر يسبب **الاحترار العالمي**، أي زيادة خطيرة في درجة الحرارة الإجمالية للأرض.

هنا، يتم حرق مساحة كبيرة من الغابة لإفساح المجال أمام البناء والزراعة. إلا أن مثل هذا الحرق يزيد من مستوى ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.

ويمكن للتلوث أن يؤثر أيضاً في أنماط نمو الكائنات الحية. **فالحزاز** هو من الكائنات الحية البسيطة المؤلفة من فطر وطحلب ينميان معاً. وفي المساحات التي يكون فيها التلوث قليلاً، أو غير موجود البتة، يمكن مشاهدة جنبات من الحزاز نامية على الأشجار. وفي المساحات الشديدة التلوث، توجد كميات كبيرة من الطحلب الأخضر، ولكن من دون حزاز.

ينمو الطحلب الأخضر على الأشجار في المساحات الشديدة التلوث.

ينمو الحزاز الورقاني على الجدران. وهو موجود في المساحات القليلة التلوث.

تنمو جنبات الحزاز على الأشجار في المساحات الأكثر نظافة.

نباتات معرَّضة للخطر

تتعرض بعض النباتات للتهديد المباشر نتيجة النشاطات البشرية. فالصبّار البرميلي الذهبي مثلاً بات الآن نادراً جداً في المكسيك إذ يتم جمعه وبيعه بصورة غير شرعية.

صبّار برميلي ذهبي

وفي مقاطعة ويلز في المملكة المتحدة، جرى تحويل بزور من آخر نباتات كاسر الحجر العنقودية في البلاد إلى نباتات جديدة. وقد أعيد زرع هذه النباتات في البرية في محاولة لإنقاذ النوع من الانقراض. نجحت الخطة، لكن الاحترار العالمي يهدد مجدداً المساحات الجبلية الباردة حيث تعيش هذه النباتات.

كاسر حجر عنقودي

ارتباطات الانترنت

- تفسيرات واضحة ومقتضبة لدورات الكربون والنتروجين والماء.
  www.alienexplorer.com/ecology/topic5.html
- معلومات ونشاطات مرتبطة بالمطر الحمضي والاحترار العالمي وطبقة الأوزون.
  beakman.com/acid/acid.html
  beakman.com/warm/warm.html
  beakman.com/ozone/ozone.html
- اكتشف سبب أهمية النباتات وكيفية الحفاظ على سلامتها.
  www.barc.usda.gov/psi/bpdl/bpdlkids/index.html
- تعرّف إلى المواد المغذية التي تحتاج إليها النباتات.
  www.howstuffworks.com/question181.htm
- اعرف سبب تعرض الغابات للخطر.
  library.thinkquest.org/17456/threats1.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*تركيب ضوئي، 264.

تصنيف النباتات

لتسهيل دراسة الكائنات الحية، ينظمها العلماء في مجموعات ذات مزايا مماثلة. تعرف هذه العملية **بالتصنيف**. يجري تصنيف النباتات عادة من خلال مقارنة بنية سوقها وأوراقها، وكذلك ترتيب أجزائها التناسلية وأنواعها.

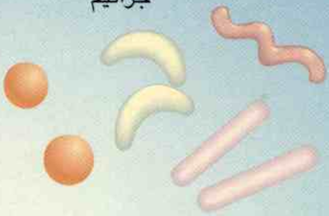
أزهار العشب النجمي الأصفر

عوالم الحياة

يطلق على كبرى المجموعات التي يوزع العلماء فيها الكائنات الحية اسم **العوالم**. وهناك خمسة عوالم أساسية:

أحاديّات الخلية

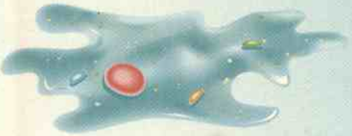
كائنات مجهرية بسيطة، مثل الجراثيم، لا تحتوي على نواة* في خلاياها.



جراثيم

الأوّليات

كائنات أحادية الخلية، مثل الأميبات، تتشارك في عدة مزايا مع النباتات والحيوانات على حد سواء.



أميبات

النباتات

كائنات حية، مثل الأشجار والأعشاب، تحتوي على اليخضور*. ينتج معظمها الطعام بواسطة التركيب الضوئي*، لكن عدداً ضئيلاً منها يهضم كائنات حية أخرى.

الفطريّات

كائنات شبيهة بالنباتات تفتقر إلى اليخضور، ولا تستطيع بالتالي القيام بالتركيب الضوئي. يفكك بعضها المادة الميتة، فيما يقتات بعضها الآخر من الكائنات الحية.

فطر دعامي

الحيوانات

كائنات تستطيع التحرك عادة والتهام النباتات أو الحيوانات الأخرى بمثابة طعام. تعتبر الثدييات والحشرات أمثلة على الحيوانات.

بيكة

تعيين النوع

يصنّف العلماء الكائنات الحية من خلال تعيين خواصها الأساسية ومقارنتها مع خواص أنواع مماثلة. وهناك طريقة مستخدمة لمقارنة الخواص تعرف **بمفتاح الرموز البيولوجي**. يكون مفتاح الرموز مرتبا بشكل نموذجي في ضمن مراحل، مع مجموعة من خيارات السمات المميزة في كل مرحلة. يفضي كل خيار إلى آخر، إلى حين التعرف إلى الكائن الحي.

يطلق على مفتاح الرموز الذي يشتمل على خيارين في كل مرحلة اسم **المفتاح الثنائي التفرّع**. يمكنك استعمال مفتاح الرموز الثنائي التفرّع الموجود إلى اليسار للتعرف إلى الأوراق الست المبينة أعلاه. اختر من كل زوج عبارة واحدة تصف الورقة التي تريد تعيينها.

مثل على مفتاح رموز ثنائي التفرّع

 *تركيب ضوئي، 264؛ نواة، 250؛ يخضور، 260.

عالم النبات

تصنَّف النباتات ضمن مجموعات كبيرة اسمها **الأقسام**. ويشتمل عالم النبات على قسمين أساسيين: النباتات التي تحتوي على نسيج وعائي ناقل للسوائل، والنباتات التي تفتقر إلى هذا النسيج. يتفرّع هذان القسمان إلى فئات أصغر، ترتكز أساساً على البنيات التناسلية للنبات.

النباتات الوعائية

تتوزع النباتات الوعائية على فئتين: فئة تنتج البزور، وفئة لا تفعل ذلك. ويمكن توزيع النباتات التي تنتج البزور إلى مجموعتين إضافيتين هما عاريات البزور والزهريّة.

في مجموعة عاريات البزور، لا تكون البزور موجودة ضمن ثمرة. وهناك أربعة أنواع من عاريات البزور.

الصنوبريّات
نباتات بحجم الأشجار عادة، لها أوراق شمعية شبيهة بالإبر أو محرشفة. وهي تنتج أكوازاً تحتوي على بزورها.

كوز لاركس

السيكاسيات
تنتج أكوازاً كبيرة جدا تنمو وسط دائرة من الأوراق الشائكة.

كوز سيكاسية

الجنكات
وثيقة الصلة بالنباتات القديمة الحاملة للبزور. وهي تنتج أكوازاً لبِّية ولها أوراق ليِّنة على شكل مروحة.

ورقة جنكة

الرجرجيّات
مجموعة صغيرة من النباتات التي تنمو في الأماكن الحارة جداً. ويملك معظمها أوراقاً قاسية وجلدية.

ويلويتسشيا

من جهة أخرى، يطلق اسم **النباتات الزهرية** على آلاف النباتات المزهرة المختلفة. وهي تنتج كلها البزور التي تكون مغلفة ضمن ثمرة من نوع ما. يمكن توزيع النباتات المزهرة إلى مجموعتين إضافيتين: أحادية الفلقة وثنائية الفلقة.

أحاديات الفلقة
تملك فلقة واحدة (ورقة أولى بسيطة). وتتناثر حزمها الوعائية عبر الساق.

ثنائية الفلقة
تملك فلقتين. وتكون حزمها الوعائية مرتبة في نمط منتظم داخل الساق (راجع صفحة 255).

من جهتها، تمتاز النباتات الوعائية الخالية من البذور ببنية بسيطة، ولا تنتج الأزهار. وهي تتكاثر بواسطة الأبواغ*.

الكنباث ينتج أبواغاً داخل أكوازه. وتكون أوراقه مرتبة في حلقات حول الساق.

كنباث

السرخس يتكاثر إما بواسطة الجذامير، أو بإنتاج الأبواغ. يتم إنتاج هذه الأخيرة على الجهة التحتية لأوراق الخنشار السرخسية.

سرخس

رجل الذئب يرتبط بالخنشار. وتنتقل أبواغه في لوالب محكمة موجودة في نهاية أعناقه.

رجل الذئب الثنائي الشعبة

النباتات غير الوعائية

يقال عن النباتات التي تفتقر إلى النسيج الوعائي، مثل الأشنة وحشيشة الكبد، وهي **نباتات حزازية**. وتكون عادة صغيرة، ذات بنيات أحادية الخلية شبيهة بالجذور، وأوراق بسيطة. لكنها تفتقر إلى الأزهار وتتكاثر بالتالي باستعمال الأبواغ. يعيش معظم هذه النباتات في الأماكن الرطبة والمظللة.

أشنة على صخرة

حشيشة الكبد

موجز للأقسام في عالم النبات

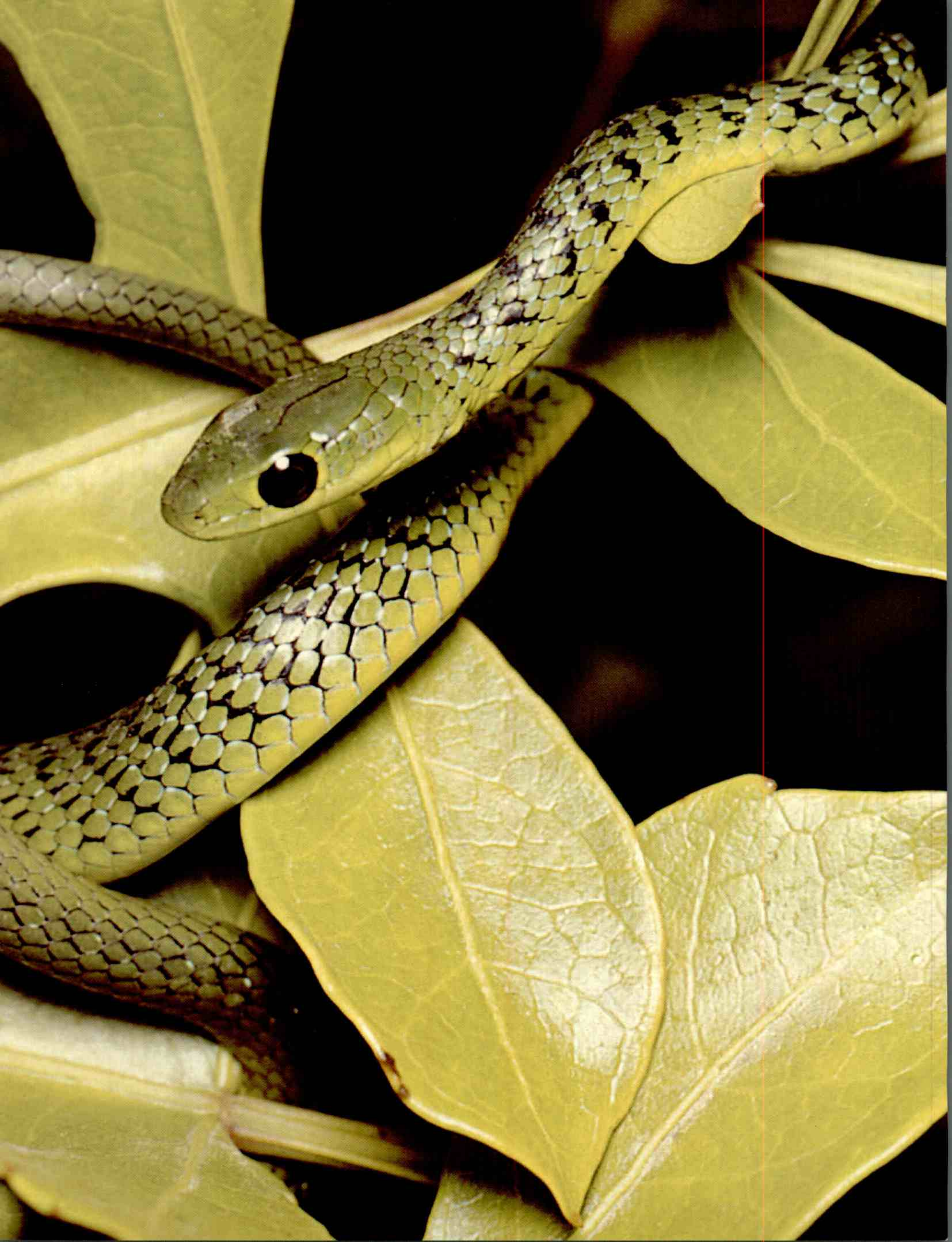
- جميع النباتات
  - النباتات الوعائية
    - نباتات ذات بزور
      - نباتات زهرية
        - ثنائيّات الفلقة
        - أحاديات الفلقة
      - عاريات البزور
        - صنوبريات
        - سيكاسيات
        - جنكات
        - رجرجيّات
    - نباتات بدون بزور
  - النباتات غير الوعائية

ارتباطات الانترنت

- وصف جيد للتصنيف والأقسام في عالم النبات. www.perspective.com/nature/plantae/index.html
- دراسة معمّقة لكل الأقسام الأساسية في عالم النبات. gened.emc.maricopa.edu/bio/bio181/BIOBK/BioBookDiversity_6.html
- الكثير من المعلومات حول الجنكات. www.xs4all.nl/~kwanten/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*أبواغ، 283؛ جذمور، 278.



عالم الحيوان

الخلايا الحيوانية

يتألف كل كائن حي من وحدة أو وحدات بالغة الصغر تسمى **الخلايا**. والمعروف أن كل العمليات اللازمة للحياة، مثل إنتاج الطاقة من الطعام والتخلص من الفضلات، تحدث داخل الخلايا.

مجموعة من الخلايا الحيوانية، وهي مبيّنة بعد تكبيرها آلاف المرات عن حجمها الحقيقي.

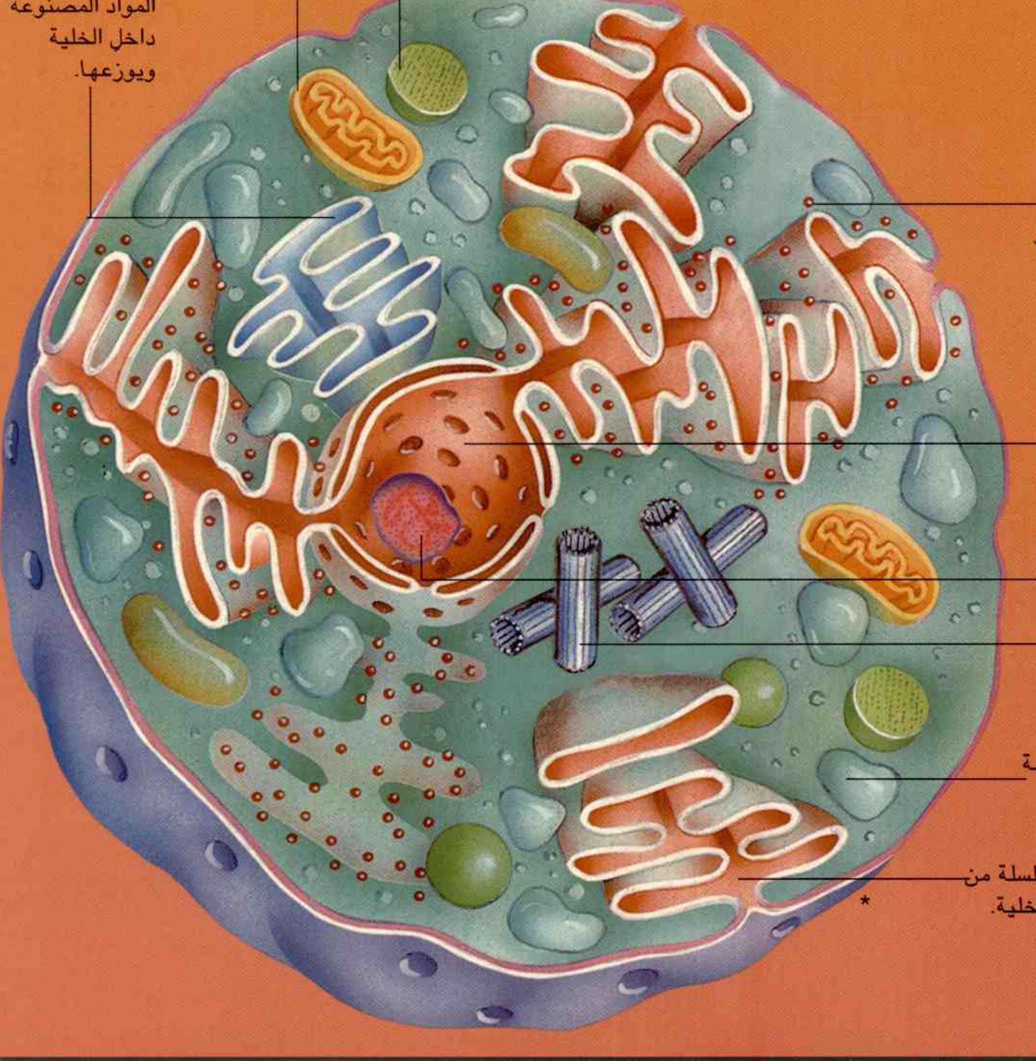
أجزاء الخلية

ثمة أنواع عدة مختلفة من الخلايا، يؤدي كل منها وظيفة معينة، لكن معظمها يتشارك في بعض المزايا.

تحتوي الخلايا على عدد من الأجزاء الصغيرة المعروفة باسم **العُضيات**، التي تملك وظائف متنوعة. وتعتبر **النواة** العُضيّة الأكبر والأكثر أهمية. فهي تتحكم في كل ما يحدث داخل الخلية، ولها قشرة خارجية ثنائية الطبقة اسمها **غشاء النواة** ووسط شبيه بالهلام.

تكون كل الخلايا محاطة بطبقة واقية اسمها **غشاء الخلية**، تبقي محتويات الخلية مع بعضها البعض. وهذه الطبقة نصف نفوذة، أي أنها تسمح بمرور بعض المواد عبرها، وإنما تمنع مواد أخرى.

يطلق على بقية الخلية اسم **سيتوبلازما (هيولى)** الخلية، فيما يطلق على غشاء الخلية والنواة وسيتوبلازما الخلية معاً اسم **الجبلة (البروتوبلازما)**.



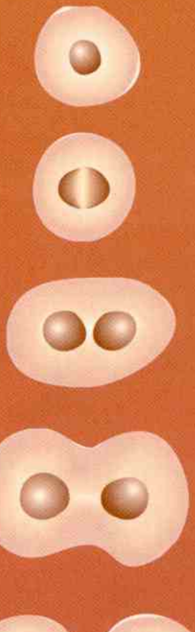
*جراثيم، 341؛ 386.

تنمو هذه الخلايا وتنقسم. يعيد العديد من الخلايا إنتاج نفسه للسماح بالنمو وتعويض الخلايا التي تبلى طبيعياً.

انقسام الخلية

تموت الخلايا أو تبلى على الدوام، بحيث تبرز الحاجة إلى إنتاج خلايا جديدة. تنتج الخلايا نسخاً عن نفسها من خلال الانقسام إلى خليتين متماثلتين، تسمّيان **الخليتين الوليدتَيْن**.

مراحل انقسام الخلية



هذه الخلية الفردية على وشك أن تنقسم.

يختفي غشاء الخلية وتبدأ محتويات النواة بالتباعد.

يعاد تشكيل المحتويات في نواتين متطابقتين.

يتكوّن ثلم التفلق لشطر وسط الخلية.

يقطع ثلم التفلق الخلية وتنشأ خليتان وليدتان.

*

التكوين بالخلايا

تكشف مختلف أنواع الخلايا عن وظائف مختلفة. ويعرف ذلك **بالتخصص**. تتوافر الخلايا الحيوانية في مجموعة منوّعة من الأشكال والأحجام، حسب وظيفتها.

تتحد خلايا النوع نفسه لتكوين **النسيج**. **فالخلايا الظهارية العمودية** مثلاً هي خلايا طويلة عمودية الشكل تسمح بمرور المواد عبرها. وهي تجتمع معاً لتكوين نسيج اسمه الظهارة، الذي يعتبر مثالياً لتبطين أعضاء مثل الأمعاء، لأن الغازات والسوائل تستطيع اختراقها بسهولة.

خلايا ظهارية عمودية

تؤلف مختلف أنواع النسيج المحتشدة معاً **عضواً**، مثل المعدة أو الأمعاء.

خلايا ظهارية

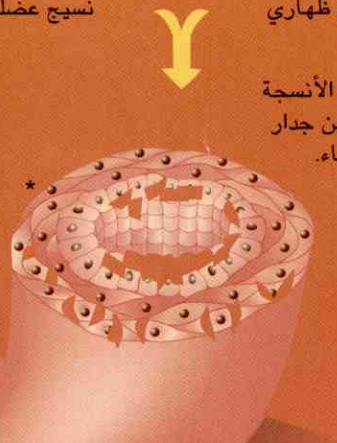
خلايا عضلية

تحتشد الخلايا معاً

نسيج ظهاري

نسيج عضلي

تتحد الأنسجة لتكوين جدار الأمعاء.

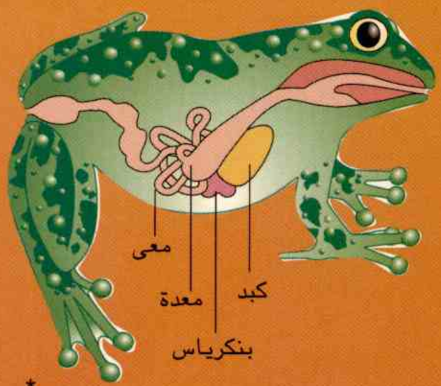


*

الأجهزة

يطلق على مجموعة الأعضاء التي تنجز وظيفة معينة اسم **الجهاز**. **فالجهاز الهضمي** عند الحيوان مثلاً يفكك طعامه إلى مواد أكثر بساطة. يحتوي الجهاز الهضمي للضفدع أدناه على أربعة أعضاء أساسية: المعدة، والكبد، والبنكرياس، والمعى.

أعضاء الجهاز الهضمي عند الضفدع



*

يملك الضفدع أجهزة أخرى، بما في ذلك **الجهاز الهيكلي**، الذي يدعم جسمه، **والجهاز الدوراني** الذي ينقل الدم حوله. وتؤلف كل الأجهزة معاً كائناً حياً، وهو في هذه الحالة ضفدع.

ارتباطات الانترنت

- شاهد فيلماً عن الخلايا.
www.brainpop.com/health/immune/cells/index.weml
- شرح موات عن بنية الخلية.
www.kapili.com/biology4kids/cell/index.html
- مصدر رائع للمعلومات حول كل ما له علاقة بالخلايا. إبدأ بالنقر على Cell Models ومن ثم Animal Cell في العنوان
www.cellsalive.net
- انقر على "Search" ثم اكتب "cell" للحصول على صور مجهرية الكترونية مذهلة.
www.pbrc.hawaii.edu/kunkel/gallery
- شرح مفصل عن الخلية الحيوانية
www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/8356/animal.html
- الكثير من المعلومات حول الخلايا. إختر Mitosis من القائمة وانقر على رمز شريط الفيلم لمشاهدة انقسام متحرك للخلايا.
www.iarc.bbsrc.ac.uk/notebook/courses/guide/cell.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

بنية الجسم

تختلف بنية الكائنات الحية إلى حد كبير. فالحيوانات ذات البنية الأكثر بساطة تتألف من خلية واحدة. أما الكائنات الأكثر تعقيداً فهي **متعدّدة الخلايا**، أي أن أجسامها مؤلفة من مئات، أو حتى ملايين، الخلايا. ولمعظم الحيوانات تجويف جسمي مليء بالسائل وهيكل عظميّ.

أميبات أحادية الخلية

أجسام بسيطة

تملك الكائنات البسيطة بنية **أحادية الخلية**. ويعني ذلك أن أجسامها مؤلّفة من خلية واحدة. ينجز بعض هذه الكائنات عمليات شائعة عند كل الحيوانات، مثل التغذية والتحرّك. وتكون الأعضاء الداخلية للعديد من هذه الكائنات، مثل الأميبات، غير ثابتة في مكان واحد، وإنما تتحرّك فيما يغيّر الكائن شكله.

أجسام مقطّعة

تكون أجسام بعض الحيوانات، مثل الديدان ومئويات الأرجل، مقسّمة إلى مناطق منفصلة اسمها **الشدف**. يطلق على شدف الدودة اسم **القُسامات**. وتكون كل واحدة منها مطابقة تقريباً للأخرى. يعرف هذا النوع من التقطيع **بالتشدّف القسامي**. وتعمل جدران النسيج العضلي، التي يطلق على كل منها اسم **الحاجز**، على فصل كل قسامة عن الأخرى.

يتألف جسم نجم البحر من أجزاء عدّة. وتتواجد أعضاؤه الأساسية في الوسط.

أجسام مجزّأة

تمتاز بعض الكائنات الأكثر تعقيداً، كالحشرات، ببنية جسدية مشدّفة، لكن التشديف لا يظهر دوماً للعيان بوضوح. وتكون أجسامها مقسّمة إلى ثلاثة أجزاء: **الرأس والصدر والبطن**. ويتألف كل جزء من مجموعة شدف اسمها **القطع**. لكن وخلافاً للقسامات، ليس للقطع جدران تقسيم.

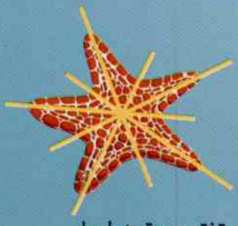
تناظر الجسم

لمعظم الحيوانات الحرّة التحرّك **تناظر ثنائي الجانب**. ويعني ذلك أن نصف الجسم هو انعكاس لنصفه الآخر. وثمة حيوانات أخرى، مثل نجم البحر، لها **تناظر شعاعي**. ومعنى ذلك وجود خطين أو أكثر للتناظر، تشعّ من نقطة مركزية واحدة.

تناظر ثنائي الجانب

يمكن لانقسام واحد فقط أن ينتج نصفين متطابقين.

تناظر شعاعي



تنتج عدة خطوط تناظر أنصافاً متطابقة.

تجاويف الجسم

تملك معظم الحيوانات تجويفاً جسدياً مليئاً بالسائل اسمه **الجوف حول الحشوي**، الذي يعمل بمثابة وسادة للأعضاء الداخلية. ثمة نوعان من التجويف حول الحشوي هما الجوف العام والجوف الدموي.

يكون **الجوف العام** مليئاً بالسائل ومحاطاً بغشاء اسمه **الصفاق**.

دودة الفول السوداني

أما **الجوف الدموي** فهو تجويف مليء بالدم. وهو يشكل جزءاً من الجهاز الدموي عند الحيوان.

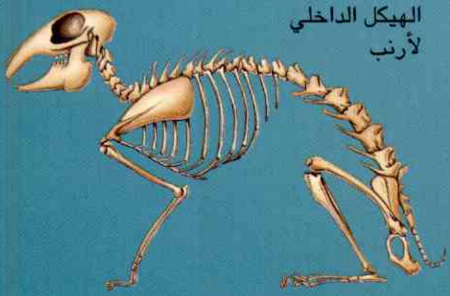
عنكبوت

الهياكل العظمية

يوفر **الهيكل العظمي** الدعم لجسم الحيوان، ويحمي أعضاءه الداخلية من الضرر. وهو يساعد الحيوان على التحرّك من خلال توفير سطح لتمدّد عضلاته. وهناك ثلاثة أنواع من الهيكل العظمي تم وصفها أدناه.

الهيكل الداخلي هو هيكل صلب داخل جسم الحيوان. تتألف الهياكل الداخلية عادة من العظم، لكنها مكوّنة في **الأسماك الغضروفية**، مثل أسماك القرش والشفنين البحري، من مادة مرنة اسمها **الغضروف**.

الهيكل الداخلي لأرنب



الهيكل الخارجي هو غطاء صلب للجسم يوفر الدعم والحماية للحيوان المفتقد إلى هيكل داخلي. والسرطانات والحشرات هي حيوانات ذات هيكل خارجي.

يشتمل الهيكل الخارجي للسرطان على مخالب وأغطية للأرجل.

أما **الهيكل المائي** فهو نظام يوفر بواسطته تجويف الجسم المليء بالسائل ضغطاً للعضلات في جدار الجسم. لذلك، فإن الحيوانات، التي لا تملك هيكلاً صلباً للدعم مثل شقيق البحر، تملك هياكل مائية.

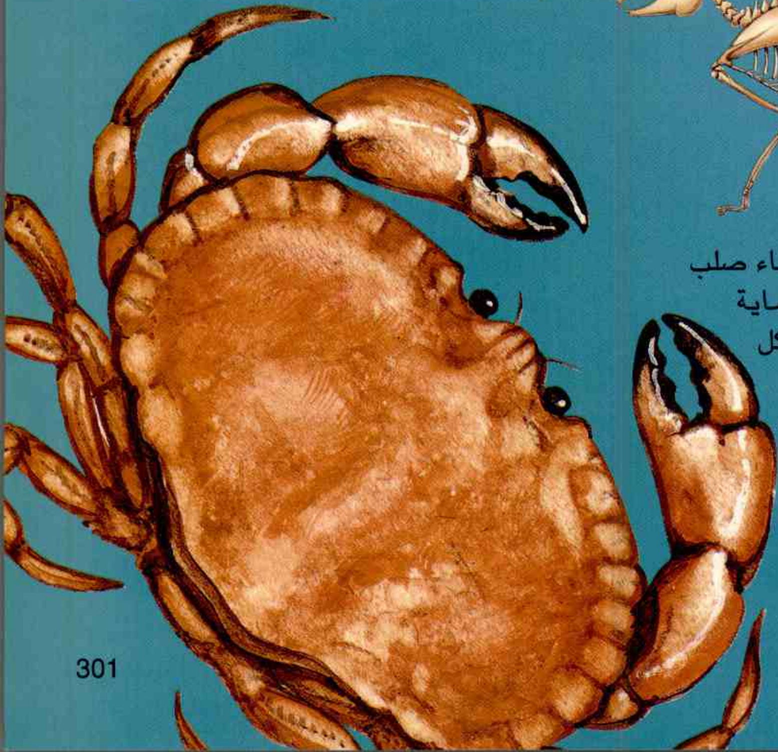
يشبه جسم شقيق البحر كيساً طرياً مؤلفاً من طبقتين من النسيج مع هلام مائي بينهما.

يمتص شقيق البحر الماء عن طريق فمه. وحين يغلق الفم، يصبح جسمه ثابتاً وصلباً، مثل بالون مليء بالماء.

ارتباطات الانترنت

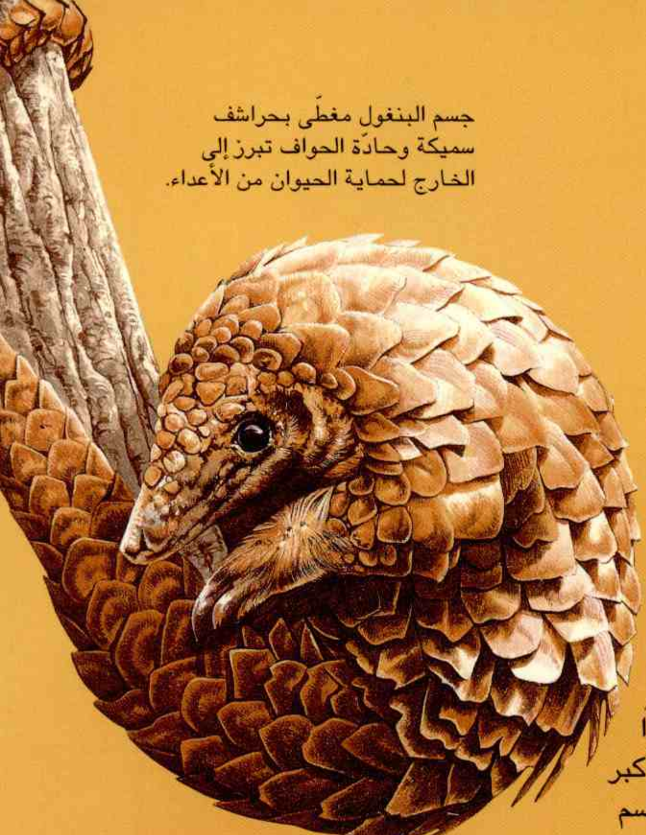
- تعرّف إلى الديدان والصراصير، بما في ذلك بنية أجسامها في «أقرف موقع على الانترنت».
  www.yucky.com/worm
  www.yucky.com/roaches
- معلومات مفصلة ومذهلة حول بنية الحشرات والطيور والثدييات.
  www.earthlife.net/insects/anatomy.html
  www.earthlife.net/birds/anatomy.html
  www.earthlife.net/mammals/skeleton.html
- قم بتشريح ضفدع الكتروني لمشاهدة هيكله العظمي وأعضائه، ومن ثم إعادة جمعه.
  www-itg.lbl.gov/vfrog
  www-itg.lbl.gov/vfrog/builder.info.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".



أكسية الجسم

تملك جميع الكائنات طبقةً خارجية تحيط بأجسامها. ولبعض الحيوانات طبقة من الجلد مغطاة بالريش أو الفرو، فيما تملك حيوانات أخرى كساءً صلباً من نوع معين. وفي بعض الحالات، يوفر هذا الكساء أيضاً الدعم لجسم الحيوان.



جسم البنغول مغطّى بحراشف سميكة وحادّة الحواف تبرز إلى الخارج لحماية الحيوان من الأعداء.

التصميد للماء

تمتاز معظم الحيوانات الطرية الجسم بطبقة خارجية صامدة للماء اسمها **الجلَيْدة** ينتجها الجلد. وفي بعض الحيوانات، مثل ديدان الأرض، تبقى الجلَيْدة طرية وشمعية. لكنها تتصلب في حيوانات أخرى، ولاسيما في المفصليات*، لتكوين هيكل خارجي داعم أو **هيكل خارجي**.

تحوّل جلَيْدة الحيوان المفصلي دون جفاف جسمه. وتكون متينة، وإنما في الوقت نفسه خفيفة لكي تسمح له بالطيران، كما عند الحشرات مثلاً. تتألف هذه الجليدة من قطع اسمها **الصلبات**، تتصل في ما بينها بواسطة أغشية مرنة. وهذا الترتيب يسمح للكائن بالتحرك بحرية.

المقاطع المضلّعة في جسم النملة هي صلباتها.

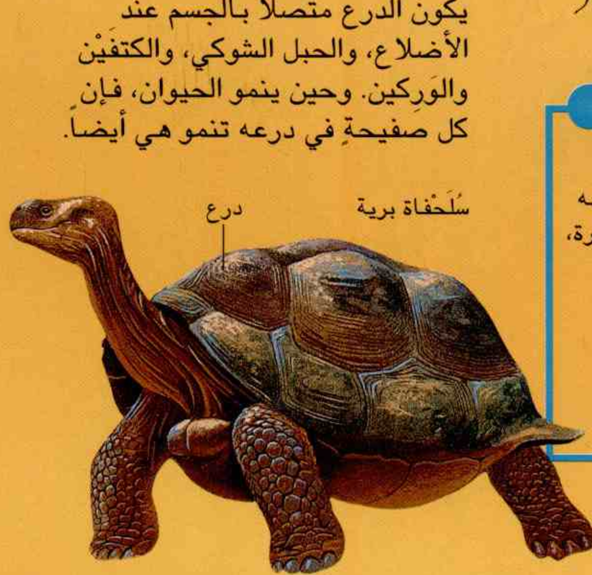
أكسية جديدة

يطرح الكثير من الحيوانات أكسيته بهدف النمو. فالحيوان المفصلي يطرح جلَيْدته حين يصبح كبيرا جداً عليها، وتتكوّن طبقة جديدة أكبر حجماً. تعرف هذه العملية باسم **الانسلاخ**.

أما القشريّات، كالسرطانات، فلها جلَيْدة واقية تطرحها. يطلق على هذه «القشرة» الصلبة الشبيهة بالدرع اسم **الدرع**.

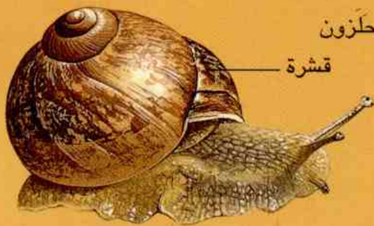
يكون الكساء الجديد والصلب للسرطان، أو درعه، صلباً بكامله.

ولبعض الحيوانات الأخرى درع غير مكوّن من الجليدة، ولا يتم طرحه. فالسلاحف البحرية والبرية مثلاً تولد ولها درع مؤلف من صفائح عظمية ملتحمة معاً، ومغطاة بطبقة قرنية. يكون الدرع متصلاً بالجسم عند الأضلاع، والحبل الشوكي، والكتفَيْن والوَركين. وحين ينمو الحيوان، فإن كل صفيحة في درعه تنمو هي أيضاً.



سُلحفاة برية

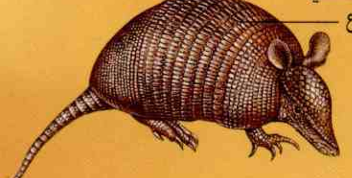
الحلازن والرخويّات الأخرى لها كساء واق للجلد اسمه **القشرة**. تتألف هذه الأخيرة من مادة يفرزها جسم الحيوان. وكما هو حال درع السُلحفاة البرية، فإن القشرة تنمو مع الحيوان ولا يتم طرحها أبداً.



حلَزون

الصفائح الواقية

تكون بعض الحيوانات مغطاة بصفائح قاسية اسمها **التروس**. يمكن أن تتألف هذه الأخيرة من مادة قرنية أو عظمية أو مادة اسمها **الكيتين**. والتروس تساعد على إبقاء الحيوان بمأمن من الحيوانات المفترسة.



هذا الترس العظمي لحيوان المدرّع مغطى بمادة قرنية.

تحقّق بنفسك

أنظر إلى حمار قبّان بواسطة عدسة مكبّرة. حين تتحرك هذه الحشرة، انتبه إلى صلباتها. إذا كانت الحشرة مذعورة، قد تلفّ جسمها المرن في شكل كرة. وبعد الانتهاء من النظر إلى الحشرة، أعدها إلى حيث وجدتها.

حمار قبّان

*مفصليّات، 342.

وقاية شائكة

لبعض الثدييات، مثل الشَيْهم والقُنفذ، أكسية شائكة لأجسادها تتألف من مادة **الكيراتين**. والكيراتين هو المكوّن الأساسي لشعرك وأظافرك. ويستخدم الحيوان أشواكه للوقاية.

حين يتعرض هذا الشَيْهم للخطر، ينصب أشواكه الحادة بمثابة إنذار. وإذا تعرّض للهجوم، فإنه يتراجع إلى الخلف ويطعن الحيوان المفترس بأشواكه الحادة.

مخلوقات حرشفيّة

كثير من الحيوانات لها فسيفساء من **الحراشف** تغطي أجسامها. وتكون الحراشف عموماً أرقّ من التروس، وتتألف غالباً من مواد مختلفة. فمعظم الزواحف، مثلاً، لها حراشف مؤلّفة من جلد صلب. أما التروس فتكون عادة قرنية أو عظمية، وأثقل من الحراشف.

تكون أجنحة الفراشة محميّة بحراشف صغيرة جداً متشابكة مؤلفة من الكيتين. إلا أن هذه الحراشف الطليقة والسهلة التفتت هشّة جداً ويمكن أن تزول عند لمسها. أما الأجنحة الموجودة تحت الأكسية المحرشفة فهي رقيقة وشفافة، مثل أجنحة الذبابة.

صورة مكبّرة لجناح فراشة

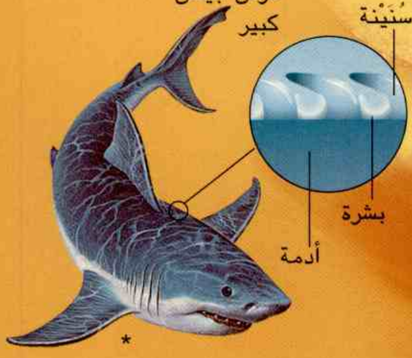
يمكنك مشاهدة حراشف الفراشة باستعمال مجهر عادي.

فراشة صغيرة

حراشف السمك

ثمّة نوعان أساسيان من حراشف السمك: أدمية وسُنَيْنيَّة. **الحراشف الأدميّة** هي صفائح عظمية صغيرة مطمورة في الجلد. وتنشأ من طبقة سفلية قاسية في الجلد تسمى الأدمة، وتكون مغطاة بطبقة لزجة أكثر رقة اسمها **البشرة**. والأسماك ذات الهياكل العظمية لها حراشف أدمية.

أما **الحراشف السُنَيْنيَّة**، المعروفة أيضاً **بالسُنَيْنات**، فهي حراشف حادة مسننّة باتجاه الخلف تنشأ من تحت الجلد. وللأسماك الغضروفية*، مثل القرش والشفنين البحري، حراشف سنينية.



ارتباطات الانترنت

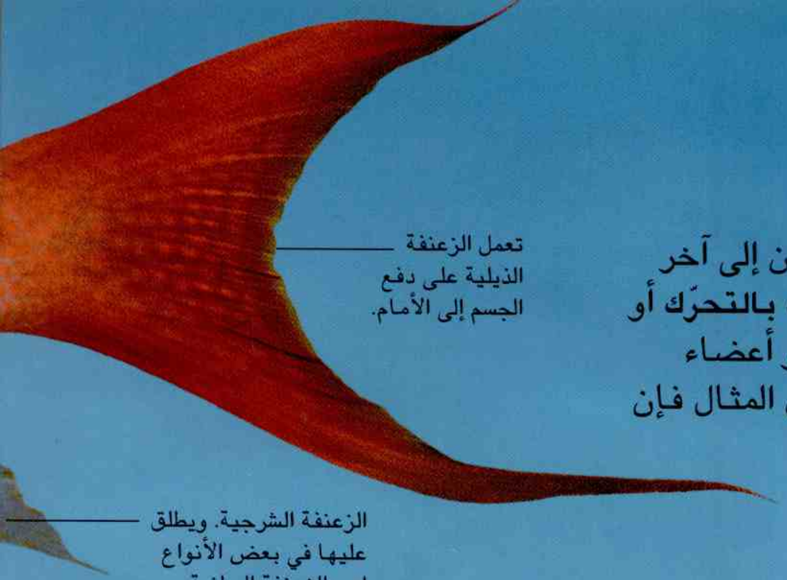
- تصفح معرض صور متحف بوسطن للعلوم للحصول على صور مجهرية الكترونية بالأسود والأبيض لأنواع مختلفة من الأغطية. www.mos.org/sln/SEM/gallery.html
- انقر على "Insects" أو "Fish" وتحرك عبر الصور لمشاهدة الحراشف في فراشة وكلب بحر وسمكة ذهبية. www.pbrc.hawaii.edu/kunkel/gallery
- صور للحيوانات في متحف التاريخ الطبيعي في لندن. انقر على Online catalogue واكتب من ثم اسم الحيوان أو اختر فئة من القائمة المنسدلة. www.nhm.ac.uk/services/piclib/index.html
- تعلم كل شيء عن الأغطية الفريدة للطائر. www.ornithology.com/lectures/Feathers.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks"

*سمك غضروفي، 301.

التنقُّل في الماء

معظم الحيوانات قادرة على التحرك من مكان إلى آخر في مرحلة ما من حياتها. ويعرف ذلك **بالتحرّك أو التنقّل**. وللعديد من الحيوانات شكل خاص للجسم أو أعضاء جسم متخصّصة تساعدها على التحرّك. وعلى سبيل المثال فإن الكائنات التي تعيش في الماء لها زعانف.

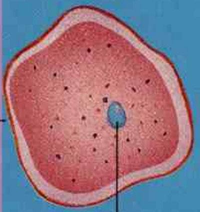


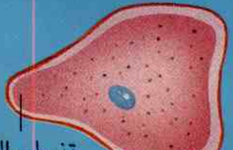
تستخدم السمكة زعانفها للتحكم في التوازن والاتجاه.

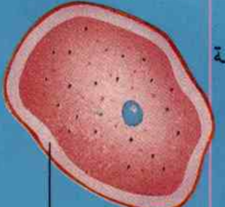
أقدام كاذبة

بعض الكائنات الأحادية الخلية، كالأميبات، ليس لها أعضاءٌ خاصة للتحرّك. وبدلاً من ذلك فإنها تنشىء امتدادات لأجسامها اسمها **الأرجل الكاذبة** تساعدها في التحرّك.

كيف تتحرّك الأميبة



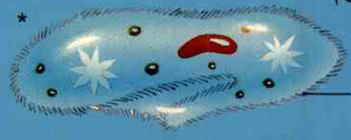




حركة بسيطة

يكون العديد من الكائنات المجهرية مغطى بشعيرات بالغة الصغر تسمى **الأهداب**. تتحرّك هذه الأهداب جيئة وذهاباً كالمجاذيف لدفع الكائن عبر الماء. وتعرف الكائنات ذات الأهداب **بذوات الأهداب**.

براميسيوم



وبعض الكائنات لها خيوط طويلة ورفيعة تسمى **السياط**. تندفع هذه الأخيرة جيئة وذهاباً لتوليد الحركة. ويقال عن الكائن المزوّد بالأسواط إنه **سوطيّ**.

مشعَّرة

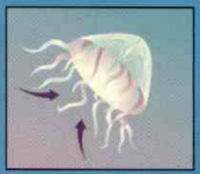
تمتاز جميع أنواع الديدان الهلبية بنتوءات مزدوجة اسمها **القُديمات** (أرجل جانبية) تحاذي حواف أجسامها. تستخدم هذه النتوءات للسباحة، علماً أن كل قُديمة تنتهي بشعر يسمى **الهُلب**.

دَفعٌ نفثيّ

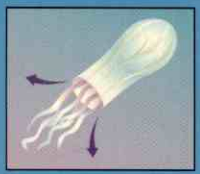
تتحرّك بعض الحيوانات، ومنها الحبّار والأخطبوط وقنديل البحر، بواسطة الدفع النفثي. والحبّار والأخطبوط يفعلان ذلك من خلال امتصاص الماء وإخراجه من الجسم عبر أنبوب على شكل قمع اسمه **الأنبوب النفثي**. وتعمل قوة هذا الماء على دفع الحيوان في الاتجاه المعاكس.

أخطبوط

أما قنديل البحر فيتحرّك من خلال ملء جِسمه الناقوسيّ الشكل بالماء ومن ثمّ دفعه خارجاً. يقوم قنديل البحر بهذه العملية عدة مرات، فيحرّك نفسه صعوداً، ثم ينساق ببطء نحو الأسفل.

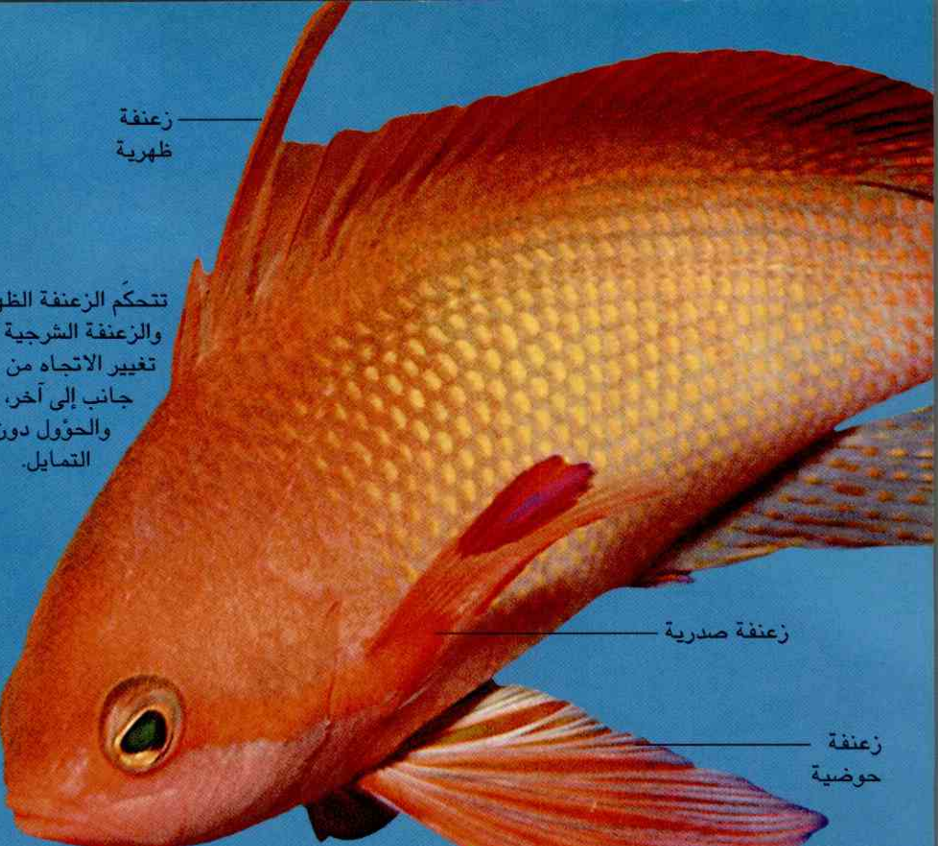


يملأ قنديل البحر جسمه المجوّف بالماء.



يندفع الماء خارجاً فيتحرك قنديل البحر.

*سيتوبلازما، 298.



أنواع الزعانف

لجميع الأسماك عدد من النتوءات اسمها **الزعانف**، تستخدم للموازنة ولتغيير الاتجاه أيضاً. تكون الزعانف مدعومة **بشعاعات** على شكل مروحة. وهذه الشعاعات هي عبارة عن قضبان من العظم أو من مادة صلبة مرنة اسمها الغضروف. وللأسماك عموماً مجموعتان من الزعانف: الوسطى والمزدوجة.

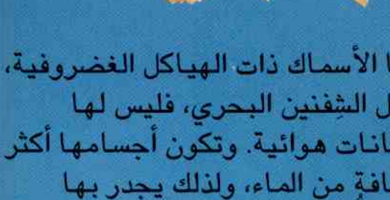
تقع **الزعانف الوسطى** في خطّ تحت وسط ظهر السمكة أو بطنها. وهي تتوزع إلى **زعانف ظهرية**، **وذيلية**، **وشرجية** (أو **بطنية**)، تظهر جميعها في الصورة أعلاه. أما **الزعانف المزدوجة** (**الصدرية والحوضية**) فتبرز على نحو جانبي من الجسم. وهي تتحكم في الحركة صعوداً ونزولاً.

تحقّق بنفسك

حين تشاهد سمكة داخل حوض، راقب كيف تستعمل زعانفها الحوضية.
والعديد من الأسماك يتحرك على شكل الرقم 8، ما يساعدها على السباحة في الماء.

جيوب هوائية

تملك بعض الأسماك ذات الهياكل العظمية في داخل أجسامها جيب طويل مملوء بالهواء يسمى **المثانة الهوائية**. تستطيع السمكة التحكّم في مقدار الهواء داخل المثانة، بحيث تبقى كثافة جسمها مماثلة دوماً لكثافة الماء. ويعني ذلك أن السمكة لا تغرق إذا توقفت عن السباحة.



أما الأسماك ذات الهياكل الغضروفية، مثل الشِفنين البحري، فليس لها مثانات هوائية. وتكون أجسامها أكثر كثافةً من الماء، ولذلك يجدر بها التحكّم في وضعيتها بوسائل أخرى.

شفنين بحري أثناء السباحة

الزعانف المفلطحة

دلفين

يكون عدد من الحيوانات، بما في ذلك بعض الثدييّات والطيور، مهيأً تماماً للعيش في الماء. فهي تمتاز بشكل انسيابي ولها أعضاء متخصّصة في جسمها تمكنها من السباحة. أما الحيوانات الأخرى كالدلافين فلها أطراف أمامية عريضة شبيهة بالمِجذاف اسمها **الزعانف المفلطحة**.

تبدو حيوانات البطريق غير رشيقة على اليابسة، لكنها تتمتع في الواقع بمهارة مذهلة في السباحة. فأجنحتها المفلطحة والصلبة غير ملائمة للطيران، وإنما لها الشكل الصحيح للعمل بمثابة زعانف مسطحة في الماء. ويستطيع البطريق توجيه نفسه تحت الماء باستعمال ذيله وأقدامه ذات الوترات.

الأجسام الانسيابية لطيور البطريق تتيح لها الانزلاق بسرعة وسهولة في الماء.

ارتباطات الانترنت

- موقع قابل للتصفح يحتوي على معلومات بشأن العديد من الحيوانات المائية.
www.aqua.org/animals/species
- شاهد كاميرات وب عن حيوانات البطريق وعجل البحر في حديقة حيوانات بريستول، انكلترا، أو شاهدها على فيلم سينمائي.
www.bbc.co.uk/nature/animals/Webcams/pencam.shtml
www.bbc.co.uk/nature/animals/webcams/sealcam.shtml
- انقر على "yAnatom" ومن ثم على "Swimming" لمعرفة كيف تسبح أسماك القرش.
www.enchantedlearning.com/subjects/sharks
- الكثير من المعلومات حول كيفية تكيّف مختلف الحيوانات للتحرك في الماء.
wings.ucdavis.edu/Book/Animals/intermediate/marine-01.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الطيران والطيران الانزلاقي

يسمح الطيران للحيوانات بالفرار من الأعداء على الأرض، والعثور على موارد جديدة للطعام، وفي بعض الحالات، السفر لمسافات طويلة للعثور على شريك. وحدها الكائنات المزوّدة بأجنحة متطورّة، كالخفافيش والطيور والحشرات، قادرة على الطيران. لكن بعض الحيوانات تستطيع الانزلاق في طيرانها لمسافات أقصر.

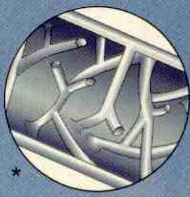
الخفافيش هي الثديّيات الوحيدة القادرة على الطيران.

الطيور والطيران

تمتاز الطيور التي تطير في الهواء بالعديد من السمات التي تساعدها في ذلك. وتشمل هذه السمات الريش الناعم والخفيف، والأجنحة القويّة، والعظام المجوفة.

عظام الطائر

تملك معظم الطيور عظاماً مجوفة مدعومة ببنيات رقيقة متصالبة. وهذه البنيات تجعل العظام قوية وخفيفة أيضاً.



مقطع مستعرض لعظم طائر

عضلات الطيران

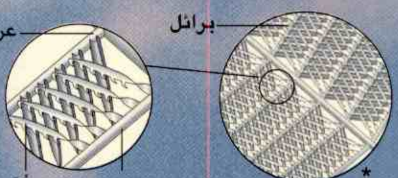
يكون جناحا الطائر مرتبطين مع امتداد كبير من عظمه الصدري يعرف **بالقصّ**. ويتولى زوجان من العضلات الصدرية الكبيرة جمع الجانحين معاً. وهما يستخدمان لتحريك الأجنحة.

صورة مقطوعة لبومة

الريش

يغطّي الريش كل جسم الطائر وأجنحته. وتتألف كل ريشة من **عراق مركزي**، مع صفوف من **البَرائل** الشبيهة بالخيوط على كلا الجانبين. وتعمل شُعيراتٌ معقوفة بالغة الصغر تسمّى **البُرَيْئلات** على تثبيت الشعرات معاً، ما يولد سطحاً منبسطاً يسمى **البَنْد**.

بنية الريشة



يغطّي **الريش الكفافي** جسم الطائر، ما يعطيه شكلاً ناعماً وانسيابياً. أما **ريش الطيران** فهو طويل وصلب. وهو يوفر للجناح مساحة سطحية عريضة ضرورية للطيران.

يستطيع الجناح أن يدور بحريّة عند الكتف، ما يسمح بمدى واسع من الحركة.

تستطيع النهايات العصبية عند قاعدة كل ريشة كشف التغيّرات الصغيرة الحاصلة في التيارات الهوائية.

نورس أثناء الطيران

الحشرات الطائرة

كما هي حال الطيور، تملك الحشرات أجساما خفيفة وعضلات قوية للطيران. إلا أن جسم الحشرة كبير جداً بالنسبة إلى أجنحتها الرقيقة، ولذلك فإن الحشرة تحتاج إلى قوة أكبر من الطائر للطيران. تخزّن الطاقة في عضلات الحشرة، لتحرَّر بسرعة أثناء الطيران.

تَستخدم بعض الحشرات، مثل اليعسوب، زوجين من الأجنحة للطيران، فيما تستخدم معظم الحشرات زوجاً واحداً فقط، إذ يكون الزوج الآخر معدّلاً بطريقة ما. فعلى سبيل المثال، تعمل الأجنحة الأمامية للخنفساء، واسمها **الأجنحة الغِمدية**، بمثابة غلاف صلب واق مؤلف من جُلَيْدة* متصلبة لأجنحتها الخلفية.

خنفساء الدودة البيضاء.

الحيوانات المنزلقة

هناك العديد من الحيوانات التي يقترن اسمها بالطيران، لكنها في الحقيقة لا تملك أية أجنحة ولا تستطيع بالتالي الطيران. وهي تستخدم بدلاً من ذلك مجموعة منوّعة من الطرق للانزلاق في الهواء.

كولوغو ينزلق في الهواء

فعلى سبيل المثال، يمتاز الكولوغو المبيّن إلى اليسار بوجود سُديلات من الجلد بين أرجله الأمامية والخلفية. وحين يقفز، فإنه يبسط أطرافه مثل الأجنحة، ويحرّك أرجله وذيله لتغيير الاتجاه أثناء الانزلاق من شجرة إلى أخرى.

تستطيع هذه العظاءة الطائرة الانزلاق لغاية 15 متراً بين الأشجار.

أما العظاءة الطائرة فإنها تبسط أضلاعها الطويلة لتكوين سديلات عريضة وصلبة على جانبيّ الجِسم. وحين تكون العظاءة مرتاحة، تطوى هذه السُديلات بمحاذاة جسمها.

تعيش الأفاعي الطائرة في الغابات المطيرة (الاستوائية). وهي تتسلق الأشجار وتستطيع الانزلاق لغاية 50 متراً بين الأغصان. تقوم الأفعى الطائرة بذلك عن طريق بسط قفص أضلاعها، ما يجعل جسمها مسطح الشكل. وأثناء الانزلاق، تلف الأفعى جسمها عبر الهواء في حركات ملتوية على شكل S.

أفعى طائرة

ارتباطات الانترنت

- الكثير من الحقائق المذهلة عن الطيور والطيران، ملائمة للقرّاء الصغار. *www.enchantedlearning.com/subjects/birds*
- قم بزيارة متحف هوبر الافتراضي للتاريخ الطبيعي وانتق «Flight» للتعرف إلى الطيور والحشرات والكائنات الطائرة ما قبل التاريخ. *www.wf.carleton.ca/Museum/lobby.html*
- «كتاب الإنترنت للطيران» مع معلومات حول الطيور والحشرات والخفافيش. *wings.ucdavis.edu/Book/Animals/intermediate/index.html*
- شارك في حياة زوج من البوم، كما يبدوان عبر كاميرا مثبتة في عشهما. *www.owlcam.com*
- صور مجهرية جميلة للريش، مع حقائق حول بنيتها واستعمالها. *www.microscopy.fsu.edu/micro/gallery/feathers/feather.html*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

تحقّق بنفسك

مرِّر يدك على ريشة من الأعلى إلى الأسفل. سوف تصبح منفوشة نظرا لتباعد شعراتها. وإذا مسّدت الريشة في الاتجاه المعاكس، تعود الشعرات للاتحاد معاً، ما يجعل الريشة تبدو ناعمة مجدداً.

*جُلَيْدة، 302؛ هيكل خارجي، 301.

التنقّل على اليابسة

أثناء التسلّق، تتشبّث الأفعى الطنانة بالغصن باستعمال الصفائح العظمية الموجودة في بطنها.

يطلق على الحيوانات التي تمضي معظم حياتها أو مجملها على اليابسة اسم **الحيوانات البرّية**. وهي تمتاز بعدة طرق للتنقّل. ومعظمها يستخدم زوجاً واحداً أو أكثر من الأرجل للتحرّك، أما الحيوانات التي تفتقر إلى الأطراف، كالديدان والأفاعي، فإنها تتحرّك من خلال تغيير أشكال أجسامها العضلية.

الزحف

تتحرّك ديدان الأرض، وبعض الكائنات الأخرى ذات الأجسام الطرية، باستعمال العضلات الموجودة في جدران أجسامها. ويوفر السائل الموجود في الجسم الضغط اللازم للعضلات لكي تعمل. وفيما تتمدد هذه العضلات وتنقبض، تتحرك أعضاء مختلفة من الجسم إلى الأمام.

كيف تتحرّك الدودة الأرضية

تبدو حركة العضلات مثل موجة تعبر طول الجسم.

تملك الأفعى أضلاعاً وعضلات قوية على طول جسمها. وتتحرّك معظم الأفاعي من خلال التمدد إلى الأمام والدفع إلى الخلف في منحنيات ملتوية على شكل S. وتساعدها تروس* في بطونها على التشبّث.

الدبيب

تتحرّك بعض اليرقانات من خلال تقويس أجسامها، ومن ثمّ التمدد إلى الأمام. هكذا، يتحرّك طرف واحد من الجسم إلى الأمام في كل مرة، فيما تتولى الأرجل في الطرف الآخر التشبّث بالسطح. يعرف ذلك باسم التحلّق.

كيف تتحلّق اليرقانة

تتشبّث الأرجل الخلفية بالأرض، فيما تتمدّد مقدمة الجسم إلى الأمام.

تتشبّث الأرجل الأمامية بالأرض فيما تتحرك الجهة الخلفية من الجسم إلى الأمام. يؤدي ذلك إلى سحب الجسم في شكل قوس مشدود.

التأرجح

يستطيع العديد من الرئيسات القاطنة في الغابة، مثل الجبّون والسَعلاة، التسلق أو التأرجح باستعمال أطرافها الأمامية، الطويلة والقوية، وأصابع يديها المنحنية. كما تستطيع معظم الحيوانات الرئيسة التشبّث جيداً بواسطة أصابع أرجلها.

ولبعض الحيوانات الرئيسة ذيل مرن جداً يمكن استعماله بمثابة ذراع للإمساك بالأغصان. ويطلق على الذيل القادر على الإمساك اسم **الذيل الإمساكي**.

إن ذيل السعدان العنكبوتي الأسود اليدين قوي بما يكفي لحمل جسمه بأكمله.

تتشبّث مخالب الفهد الصيّاد بالأرض مثل نعال الركض ذات المسامير.

تساعد العضلات القوية والجسم المرن هذا الفهد الصياد على التحرُك بسرعة.

*تروس، 302؛ رئيسات، 342.

استعمال القوائم

تكون أطراف الحيوان مرتبة على نحو متناظر على جانبيّ الجسم، وقد تبدو الأطراف الأمامية مختلفة عن الأطراف السفلية. يطلق على الحيوانات التي تمشي منتصبة على قائمتين، كالطيور، اسم **ذوات القائمتين**. ومعظم ذوات القائمتين تحرّك قدماً واحدة إلى الأمام مع كل خطوة، لكن بعض الطيور تثب على القائمتين معاً.

تملك طيور النعام قوائم فائقة القوة وتستطيع الركض بسرعة كبيرة.

يطلق على الحيوان الرباعي الأرجل اسم **رباعيّ القوائم (ذوات الأربع)**. وأثناء المشي، تتحرك معاً القائمتان المتقابلتان على نحو قطري، أي قائمة اليسار الأمامية مع قائمة اليمين الخلفية مثلاً.

وعند الركض بسرعة، تبسط معظم الثدييات قوائمها الأمامية والخلفية وتحركها معاً في حركات وثب قوية.

يستطيع غزال تومسون الركض بسرعة 80 كيلومتراً في الساعة.

أما الكائنات ذات القوائم الستة، كالحشرات، فتدعى **سداسيَات الأرجل**. وأثناء المشي، تتحرك قائمة من إحدى جهتيّ الجسم وقائمتان من الجهة الأخرى إلى الأمام.

تشير الدوائر إلى أرجل الدعسوقة التي تتحرك معاً.

وهناك كائنات متعددة القوائم، اسمها **كثيرات الأرجل**، يمكن أن تملك لغاية 750 قائمة. تتحرك هذه الكائنات في حركات شبيهة بالموجة تعبر الجسم.

الوثب

تستطيع بعض الكائنات، كالضفادع والبرغوث، أن تثبت لمسافات كبيرة. وهي تفعل ذلك باستعمال عضلات قوية في أرجلها الخلفية. وثمة كائنات أخرى، مثل المفصلي الوثّاب المبين أدناه، لها أعضاء مختلفة في الجسم تتيح لها الوثب.

كيف يثب المفصلي الوثّاب

يُطوى الذيل تحت الجسم.

ينقف الذيل بسرعة على الأرض.

يندفِع المفصلي الوثّاب في الهواء.

الوقفة

الوقفة هي الكلمة التي تصف كيفية وقوف الحيوان وتحركه. وهي تتحدّد بحسب جزء القدم الذي يقف عليه الحيوان.

الحيوانات الحافرية المشية، كالخيول، تمشي على حوافر في أطراف أصابع أقدامها.

الحيوانات الإصبعيّة المشية، كالكلاب، تمشي على الجهة السفلية لأصابع أقدامها.

الحيوانات الأخمصية المشية، كالدببة، تمشي على الجهة السفلية لكامل القدم.

*

تحقّق بنفسك

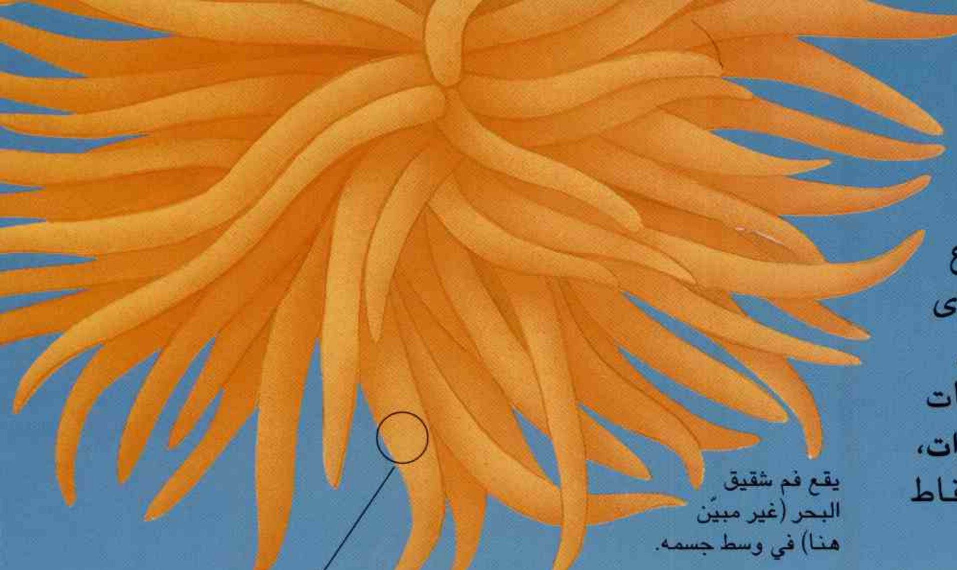
انظر إلى حيوانات مختلفة، ولاحظ عدد القوائم التي تملكها وجزء الرجل الذي تمشي عليه. هل تحرّك الحيوانات قوائمها على نحو مختلف حين تمشي وتركض؟

ارتباطات الانترنت

- حدد "Locomotion" في شريط القائمة لقراءة المزايا التي تسمح للفهد الصياد أن يكون أسرع ثديي في الأرض.
  www.cheetahspot.com
- اكتشف حديقة حيوانات لينكولن. انقر على معارض مختلفة للحيوان للتعرف إلى العديد من الحيوانات، بما في ذلك سبل تحركها.
  www.lpzoo.com/tour/tour.html
- حقائق مذهلة حول السعادين والقرود، بما في ذلك كيفية تحركها.
  www.indiana.edu/~primate/primates.html
- شاهد الحيوانات عبر كاميرات حية من سهول أفريقية متنوعة. كن صبورا!
  www.africam.com
- دراسة مفصلة عن حركة الثدييات.
  www.earthlife.net/mammals/locomotion.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الاغتذاء



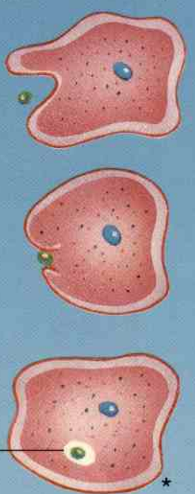
يقع فم شقيق البحر (غير مبيَّن هنا) في وسط جسمه.

ترتبط بنية أجزاء فم الحيوان بنوع الطعام الذي يأكله. وقد جرى وصف الأسنان، والدور الذي تؤديه في الاغتذاء، في الصفحة 312. أما الكائنات المعدومة الأسنان، والمعروفة **بالدَرْداوات**، فتملك غالباً منقاراً أو لساناً مرناً لالتقاط طعامها.

الاغتذاء البسيط

تفتقر الكائنات الأحادية الخلية، كالأميبات، إلى الأفواه. وبدلاً من ذلك فهي تقتات من خلال عملية اسمها **البلعمة**. تنساب أجسامها حول جسيمات الطعام البالغة الصغر وتبتلعها. بعدها يتمّ هضم الطعام في باحة مليئة بالمواد الكيميائية، تسمى **الفجوة**.

كيف تقتات الأميبة

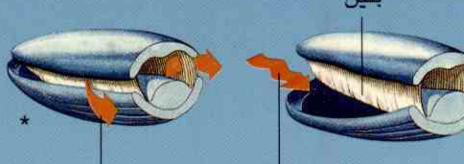


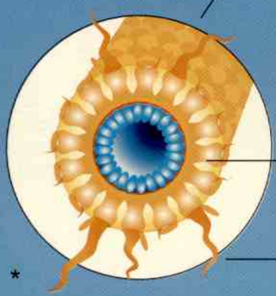
الاغتذاء في الماء

هناك العديد من الحيوانات التي تقتات **بالترشيح**، من خلال تصفية كائنات صغيرة من الماء. تنجز هدابيات البرنقيل ذلك باستعمال أطراف هلبية اسمها **الذؤابات**.

برنقيل

تقتات بعض الحيتان باستعمال صفائح متنسلة من عظم الفك، اسمها **البلين**، تتدلى من فكها العلوي. بذلك تعلق حيوانات صغيرة، اسمها الكريل، في البلين.

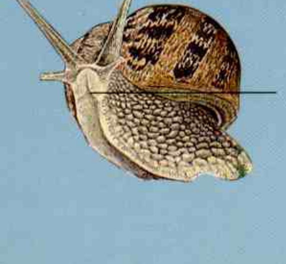




تملك اللاسعات*، مثل شقيق البحر، خلايا صغيرة شبيهة بالجيوب اسمها **الأرومات اللاسعة** أو **الخلايا الخيطية** في مجسّاتها لالتقاط الطعام. تحتوي كل أرومة لاسعة على خيط طويل سام اسمه **الكيس الخيطي**. وعندما يلمس المجسّ شيئاً ما، تبرز الخيوط إلى الخارج لِلَسْع ذلك الشيء وشله. تقوم بعدها المجسّات بسحب الضحية إلى فم الحيوان.

الكاشطات

تملك كل الرخويّات* تقريباً، كالحلزون، لساناً خشناً اسمه **المِفتات**. وهو يستخدم بمثابة مِبرد لكشط المادة النباتية إلى داخل فم الحيوان. وإذا أصغَيْتَ عن كَثَبٍ إلى حلَزون وهو يأكل، فقد تسمع لسانه وهو يكشط.



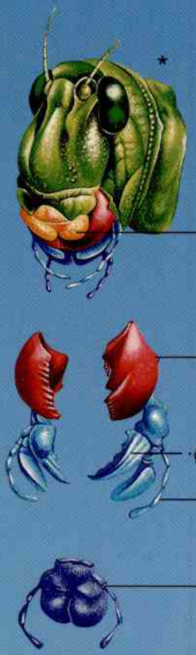
الحوت الرمادي وهو يرشح الماء

*رخويّات، لاسعات، 342.

أجزاء أفواه الحشرات

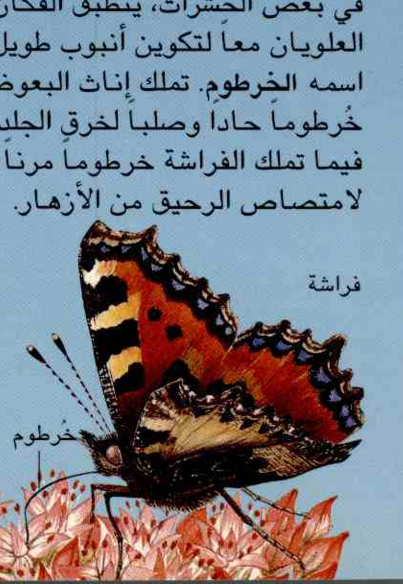
تتألف أفواه الحشرات من عدد من الأجزاء المختلفة: الفك السفلي، والفك العلوي، والشفة العلوية، والشفة السفلية. ويختلف مظهر هذه الأجزاء من نوع إلى آخر.

أجزاء فم الجندب



الشفة السفلية لذبابة المنازل هي عضو امتصاص طويل شبيه باللبّادة. تقوم الذبابة بتذويب طعامها باستعمال اللعاب، ثم تلتهم السائل بواسطة أجزاء فمها الاسفنجية.

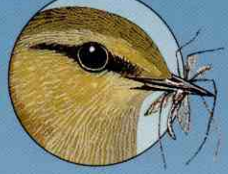
في بعض الحشرات، ينطبق الفكّان العلويان معاً لتكوين أنبوب طويل اسمه **الخرطوم**. تملك إناث البعوض خُرطوماً حاداً وصلباً لخرق الجلد، فيما تملك الفراشة خرطوماً مرناً لامتصاص الرحيق من الأزهار.



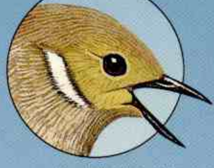
المناقير

يجتمع الفكان الصلبان، العلوي والسفلي، عند الطائر لتكوين **منقار (منقاد)**. ويرتبط شكل منقار الطائر وحجمه بنوع الطعام الذي يأكله.

أنواع المناقير


المنقار الحاد والرقيق لهازجة الخشب لالتقاط الحشرات.

المنقار الحاد والمقوّس للعوسق لتمزيق اللحم.


المنقار الطويل والرفيع لآكل العسل لامتصاص الأزهار.

المنقار الحاد والقصير والمكتنز للعصفور الأخضر لشق البزور.

المنقار المسطّح للحذف لغرف النباتات المائية

المنقار الطويل والحاد لمالك الحزين لطعن السمك.

تملك طيور النحام مناقير وألسنة غير اعتيادية لغربلة الطعام. فهي تقتات من خلال التنقيب بمناقيرها في الوحل الموجود في قعر البحيرات. هكذا، تلتصق النباتات والحيوانات البالغة الصغر بالنتوءات الصغيرة داخل المنقار. ثم يكشط النَحام طعامه عن منقاره باستعمال النتوءات الأكبر في لسانه.

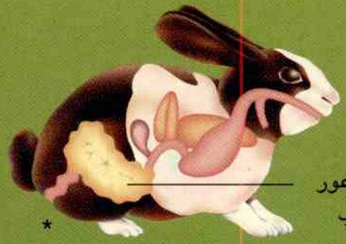
ارتباطات الانترنت

- اقرأ عن مختلف الأنواع المتنافسة على الطعام في "Animal Olympics". يمكنك تحديد البطل الجديد بفوز الميدالية الذهبية!
www.discovery.com/area/nature/animalolympics/animalolympics.html
- صور ومعلومات وحقائق مثيرة حول أنواع عدّة من مناقير الطيور وألسنتها.
www.earthlife.net/birds/bills.html
- اعرف كل شيء عن الحيتان الرمادية، واختر "eedingF" لمعرفة كيف تستعمل عظام فكها.
www.slocs.k12.ca.us/whale0.html
- تحرّك في القسم "Insects" في هذا الموقع لمشاهدة صور مجهرية الكترونية مذهلة عن أجزاء أفواه الحشرات.
www.pbrc.hawaii.edu/kunkel/gallery

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

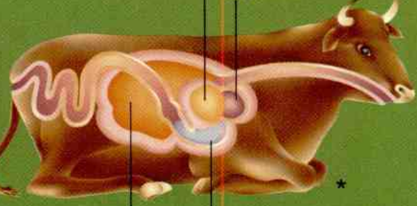
هضم النباتات

تحتوي النباتات على مادة خشنة اسمها **السلولوز** يصعب هضمها. ولذلك فإن للعواشب أعضاء هضمية أكثر تعقيداً من بقية الحيوانات. ولمعظم العواشب جيب داخل جسمها اسمه **الأعور**، يتم فيه تفكيك المادة النباتية بواسطة الجراثيم*.



الحيوانات **المجترَة**، كالأبقار والأغنام والأيائل، تملك أربع حجرات شبيهة بالمعدة لهضم طعامها: **الكِرش**، و**القَلَنْسُوة**، و**القِبَّة** (أم التلافيف)، و**المِنْفَحة** (الإنْفَحة).

الجهاز الهضمي للبقرة

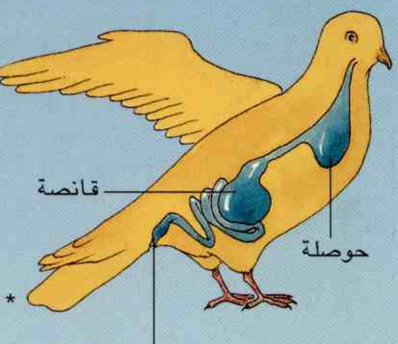


ينتقل الطعام أولاً من دون مضغ إلى **الكَرش**، حيث تبدأ الجراثيم بتفكيك السلولوز. وتتم معالجة الطعام المهضوم جزئياً في الحجرة الثانية، أو **القلنسوة**، ثم يعاد إلى الفم لمضغه مجدداً. يطلق على الطعام في هذه المرحلة اسم **الجِرَة**.

بعد المضغ، يجري ابتلاع الطعام مرة ثانية، ثم يُفكك أكثر فأكثر في الحجرتين الباقيتين، أي **القِبّة** و**المِنفحة** (المعدة الحقيقية).

*جراثيم، 341.

الهضم عند الطيور



يتم تخزين الفضلات في حجرة اسمها المِذرَق، قبل إخراجها من جسم الطائر.

ليس للطيور أسنان لتقطيع طعامها، ولذلك فهي تملك جهازاً هضمياً مصمّماً خصيصاً للتعامل مع المواد الصلبة.

بعد ابتلاع الطعام، يتم تخزينه في كيس رقيق الجدران اسمه **الحَوْصلة**. ينتقل الطعام بعدها إلى كيس سميك عضليّ الجدران اسمه **القانصة**. وهنا، يُطحن الطعام بواسطة الأضلاع العضلية الموجودة في جدران القانصة والحصى الصغيرة التي ابتلعها الطائر.

تجدر الإشارة إلى أن الطيور الآكلة للحوم، مثل البوم والصقور، تبتلع فريستها كاملاً. أما الأجزاء التي لا يمكن هضمها، مثل العظام والفرو، فتتحول إلى **كُريّة** مكتنزة داخل معدة الطائر. يتم إخراج هذه الكرية من الحنجرة بالسعال وطردها خارجا عبر الفم.

تأكل البومة حيوانات صغيرة، مثل الضفادع والفئران، دفعة واحدة.

خرجت هذه الكُرَيّة من بومة. وقد تحتوي كُرية البومة على الهياكل العظمية للعديد من الحيوانات الصغيرة.

ارتباطات الانترنت

- توجه إلى "Animal Bytes" في موقع IdorwSea للعثور على حقائق بشأن الكثير من الحيوانات، بما في ذلك غذاءها.
  www.seaworld.org/infobook.html
- انقر على "yAnatom" ومن ثم "Teeth" للتعرف إلى أسنان أسماك القرش.
  www.enchantedlearning.com/subjects/sharks
- افحص أسنان عشرات الحيوانات.
  www.d91.k12.id.us/www/skyline/teachers/robrtsd/skulls.htm
- حقائق مفيدة عن طيور البوم وكريات البوم.
  www.fs.fed.us/htnf/owls.htm?Owl
- ابحث في "Vertebrate Animals Hotlist" للحصول على معلومات بشأن عادات الأكل عند الحيوان.
  www.fi.edu/tfi/hotlists/animals.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

تحقّق بنفسك

حينَ تذهب في المرةِ التالية إلى منطقة مشجَرة، ابحثِ عن كُرَيّات الطيور. استعمل عوداً لقلبِ هذه الكرِيات ومعرفة ما تتألف منه. يحتمل كثيراً أن تعثر على الكُرَيَات تحت الأشجار والأماكن الأخرى حيث تجثِم الطيور. يمكنك استعمال عدسة مكبَرة للنظر عن كثب إلى هذه الكريات، لكن لا تلمس الكرية أبداً بيديك.

عظم في داخل كرية

الأسنان والهضم

تملك معظم الحيوانات أسناناً لتمزيق طعامها أو مضغه أو طحنه. يطلق على الحيوانات التي تملك أسناناً اسم ذوات الأسنان. وبعد أن يبتلع الحيوان طعامه، يتم تفكيكه أكثر فأكثر بواسطة **الجهاز الهضمي**، بشكل يمكن الجسم من امتصاصه. وتملك الحيوانات أنواعاً مختلفة من الأسنان والأجهزة الهضمية تبعاً لنوع الطعام الذي تأكله.

كما هي حال معظم آكِلات النبات، تملك الزرافة أسناناً مسطحة ومضلَّعة لطحن النباتات.

آكلات اللحوم

تمتاز الحيوانات الآكلة اللحوم، والمعروفة باسم **اللواحم**، بأسنان حادة لتمزيق اللحم. تستخدم **الأنياب** الشبيهة بالخنجر لخرق جسد الفريسة وقتلها. أما الأسنان **القواطع (النواجذ)** الكبيرة والمسنَّنة فتستخدم لتقطيع اللحم إلى شرائح. وتجتمع الأسنان الأمامية الأصغر حجماً، واسمها **القواطع**، لعضّ اللحم أو كشطه عن العظام.

تنمو أسنان أسماك القرش في صفوفٍ داخل فكوكها. وحين تفقد سناً واحداً من المجموعة، يتحرك سن آخر إلى الأمام ليحلّ مكانه. وتملك معظم الثدييّات مجموعتين من الأسنان خلال حياتها. ولا يمكن استبدال المجموعة الثانية، المعروفة **بالأسنان الدائمة**، في حال فقدانها.

تظهر صورة هذه اللبوة أسنان حيوان لاحم.

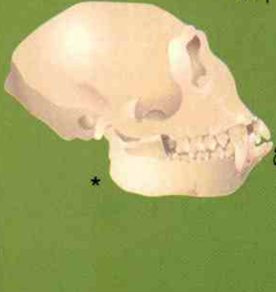
آكلات النبات

تمتاز الحيوانات الآكلة للنبات، والمعروفة باسم **العواشب**، بأسنان جانبية مربعة (**الأضراس الأمامية والأضراس الطواحن**) لطحن النباتات. تكون الأسنان القواطع طويلة وعلى شكل إزميل. وعند الحيوانات المجترَّة، كالأبقار والأيائل، تثبّت هذه الأسنان النباتات على لبد صلب في الفك العلوي. وتوجد ثغرة اسمها **الفَلج** أو **الفاصل**، بين القواطع والأسنان الجانبية، تتيح فسحة لتحرك اللسان.

تظهر جمجمة هذا الأيّل أسنان حيوان عاشب.

أسنان متعدّدة الاستعمالات

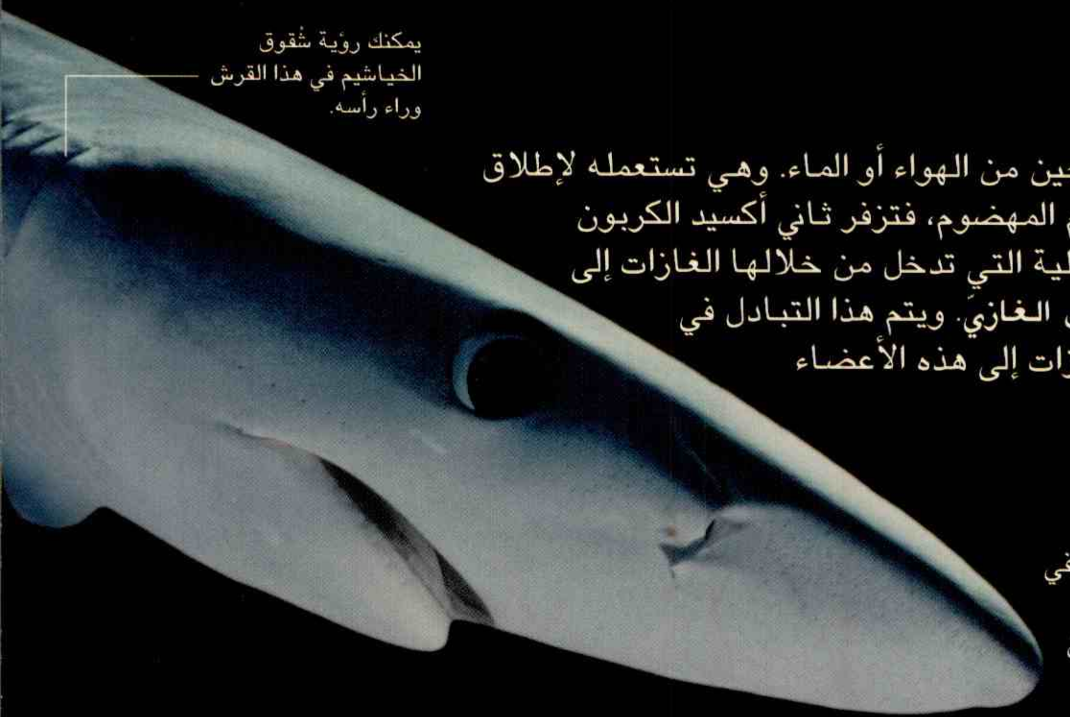
يطلق على الحيوانات التي تأكل النباتات واللحوم على حد سواء اسم **القوارت**. ويمكن أن تكون أسنان القارت من أشكال وأحجام مختلفة، بحسب نوع الطعام الذي يأكله. فعلى سبيل المثال، يملك السعدانِ أنياباً طويلة لخرق اللحم وأسناناً مسطحة لطحن النباتات.



تظهر جمجمة هذا السعدان مختلف أنواع الأسنان عند القوارت.

التنفّس

تتنفّس الحيوانات الأكسجين من الهواء أو الماء. وهي تستعمله لإطلاق الطاقة من الطعام المهضوم، فتزفر ثاني أكسيد الكربون كفضلة ناتجة. يطلق على العملية التي تدخل من خلالها الغازات إلى الجسم وتخرج منه اسم **التبادُل الغازيّ**. ويتم هذا التبادل في **الأعضاء التنفسية**. تنتقل الغازات إلى هذه الأعضاء ومنها بواسطة الدم.



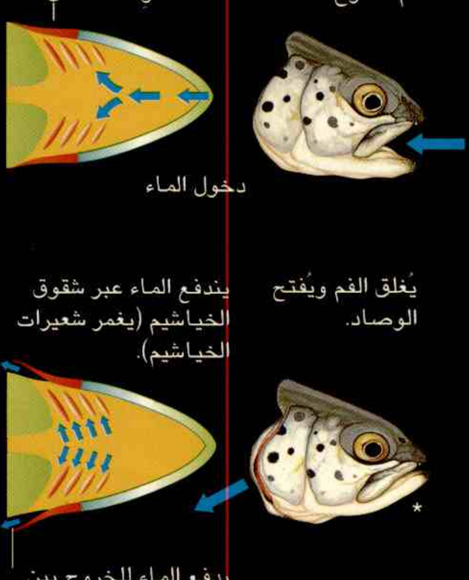
يمكنك رؤية شُقوق الخياشيم في هذا القرش وراء رأسه.

التنفّس في الماء

تمتصّ معظم الحيوانات التي تقطن في المياه الأكسجين عبر أعضاء اسمها **الخياشيم** أو **الغلاصم**. وهناك نوعان من الخياشيم: الداخلية والخارجية.

الخياشيم الداخلية تقع في داخل أجسام العديد من الكائنات المائية، لاسيما الأسماك. ولمعظم الأسماك أربعة أزواج من الخياشيم، مع فتحات بينها اسمها **شقوق الخياشيم**. تكوِن الخياشيم في الأسماك العظمية مغطاة بسديلة عظمية اسمها **الوِصاد** (**الغطاء**). وفي الأسماك الغضروفية*، تكون الخياشيم مفتوحة للماء طوال الوقت.

التنفّس بواسطة الخياشيم



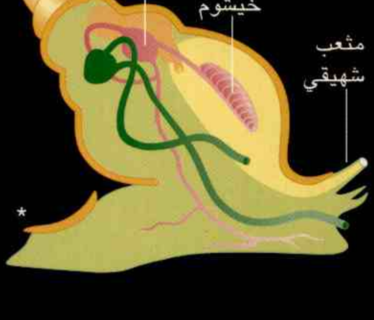
يدخل الماء الذي يغمر الخياشيم عبر فم السمكة، ويجري ضخّه عبر شقوق الخياشيم. ويتألف كل خيشوم من قضيب مقوّس اسمه **قضيب الخيشوم** أو **قوس الخيشوم**، الذي تشعّ منه العديد من **شُعَيْرات الخياشيم** الناعمة.

تحتوي كل شُعَيْرة خيشوم على **صُفاحات خيشومية** متشعبة منها، مثل تشعّبات الريشة. وجميعها يشتمل على أوعية دموية. يتم امتصاص الأكسجين الى الدم من الماء، ويخرج ثاني أكسيد الكربون من الدم للتخلص منه.

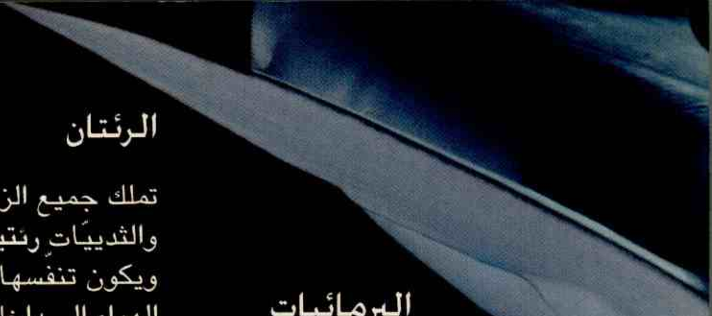
إلا أن للعديد من الكائنات المائية الأخرى، مثل يرقانات ذباب الكاديس وفراخ الضفادع، **خياشيم خارجية**. تقع هذه الخياشيم خارج الجسم، ويرتبط شكلها الدقيق بنوع الحيوان، لكنها في معظم الحالات عبارة عن نتوءات مُكشْكشة وراء الرأس.

ولبعض الكائنات المائية البسيطة أنابيب اسمها **المثاعب** تنقل الغازات المذابة في الماء من وإلى خياشيمها. ويقال عن المِثعب الذي ينقل الغازات إلى الخياشيم إنه مثعب **شهيقي**، فيما يقال عن ذلك الذي ينقل الغازات من الخياشيم إنه مثعب **زفيري**.

رسم بياني مقطوع لحلزون الولْك



*سمك غضروفي، 301.



البرمائيات

تستطيع البرمائيات* قضاء وقتها في الماء وعلى اليابسة على حد سواء، وامتصاص الأكسجين من الماء أو الهواء. فالضفدع، على سبيل المثال، ينجز ذلك بمجموعة منوعة من الطرق. ينتقل الأكسجين الذائب في الماء عبر جلد الضفدع إلى الأوعية الدموية الموجودة تحته، ويتم إخراج ثاني أكسيد الكربون بالطريقة نفسها.

على اليابسة، يتنفس الضفدع باستعمال زوج من الأكياس الخفيفة اسمها الرئتين. ويجري التبادل الغازي عبر الأوعية الدموية داخل هاتين الرئتين تماماً مثلما يحصل في رئات بقية الفقاريات* (أنظر إلى اليسار). إلا أن رئتيّ الضفدع أقل فاعلية لأن الضفدع يستخدم الكثير من الطاقة لضخّ الغازات بنشاط إلى داخل جسمه وخارجه. ولذلك فحتى عند وجود الضفدع على اليابسة، فإن معظم التبادل الغازي يحدث عبر الجلد.

ويستطيع الضفدع أيضاً أن يتبادل الغازات مباشرة عبر الأوعية الدموية الموجودة في بطانة فمه.

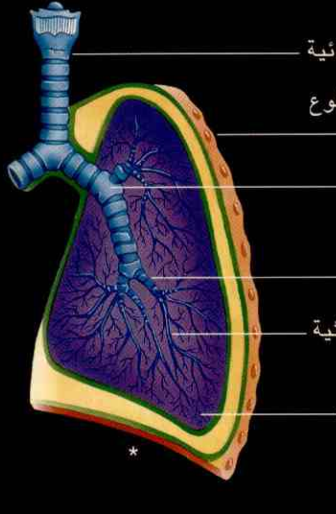
يُومض جلد هذا الضِفدع نتيجة رطوبة طبيعية. تذوب الغازات في هذه الرطوبة ويتم تبادلها عبر الجلد.

الرئتان

تملك جميع الزواحف والطيور والثدييات رئتين لتبادل الغازات. ويكون تنفسها تلقائياً وعفوياً. يتدفق الهواء إلى داخل الرئتين وخارجهما عبر أنبوب اسمه **القصبة الهوائية** أو **الرُغامى**. تتفرّع هذه القصبة الهوائية إلى أنبوبين سميكين، يطلق على كل منهما اسم **القَصَبة**، التي تتفرع بدورها إلى **قصبات** ثانوية وثالثية داخل الرئة.

تتفرع القصبات الثالثية إلى أنابيب بالغة الصغر اسمها **القُصَيْبات**. وتنتهي كل قصيبة بكيس صغير يسمى **السِنخ**. يتم تبادل الغازات عبر أوعية دموية بالغة الصغر موجودة على سطح كل سنخ.

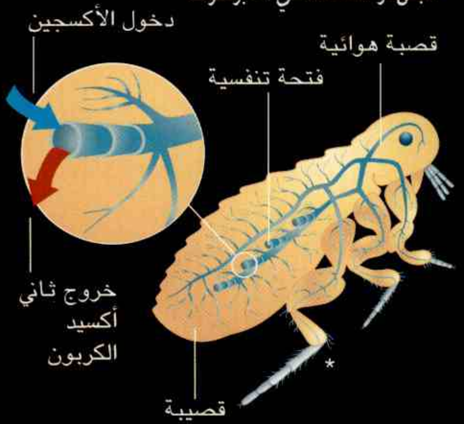
رسم بياني لرئة حيوان ثديي



كيف تتنفّس الحشرات

يحدث التبادل الغازي عند الحشرات عبر فتحات صغيرة في أجسامها اسمها **الفتحات التنفسية**. يدخل الهواء إلى الفتحات التنفسية (**المتنفَسات**)، وينتقل عبر شبكة من الأنابيب اسمها **القصبات الهوائية**. تتفرع هذه الأخيرة إلى أنابيب بالغة الصغر اسمها **القصيبات**، التي تنقل الغازات إلى خلايا الجسم ومنها.

الجهاز التنفّسي للبرغوث



تحقّق بنفسك

تحتاج بعض الحشرات النشطة والكبيرة إلى سبيل لامتصاص كمية إضافية من الأكسجين. وهي تفعل ذلك من خلال فتح متنفساتها ونفخ بطنها إلى الداخل والخارج. قد تشاهد جندباً أو عثاً كبيرا يفعل ذلك أثناء راحته.

ارتباطات الانترنت

- كل شيء عن الرئتين والتنفس عند الطيور. *www.earthlife.net/birds/breath.html*
- تصفّح "F. Respiratory System" لمعرفة كيف تتنفس الأسماك العظمية. *www.seaworld.org/Fishes/anatomy.html*
- تصفّح "C. ationRespir" لمعرفة كيف تتنفس الدلافين. *www.seaworld.org/bottlenose_dolphin/adapaqdol.html*
- انقر على "Anatomy and Behavior" ومن ثم على Blowhole لمعرفة كيف تتنفس الحيتان. *www.enchantedlearning.com/subjects/whales/*
- تعرف إلى كيفية عمل خياشيم القرش. *www.zoomwhales.com/subjects/sharks/anatomy/Gills.shtml*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

*برمائيَات، 342؛ فقاريَات، 322.

التوازن الداخلي

لكي يبقى الحيوان على قيد الحياة، يجبُ أن تبقى حرارة جسمه ضمن حدود معيّنة، وأن تبقى أيضاً مواد معينة في جسمه، كالأملاح والماء، ضمن المستوى الصحيح. إن إبقاء الجسم والمواد الكيميائية الموجودة في داخله في حالة متوازنة يسمى **الاستتباب**. كما يجب التخلص من الفضلات الجامدة والسائلة، وتعرف أعضاء الجسم التي تُعنى بذلك **بالأعضاء التفريغيّة**. وتشمل هذه الأعضاء عند معظم الحيوانات الرئتين والجلد والكبد والكليتين.

تملكُ طيور البوم الصغيرة هذه ريشاً زغِباً يحبس الحرارة بالقرب من أجسامها.

حرارة الجسم

لا يستطيع الحيوان البقاء على قيد الحياة لفترة طويلة إذا كان الجوّ حاراً جداً أو بارداً جداً، لأن أعضاءه لا تستطيع العمل بفعالية. إن الحفاظ على الجسم عند درجة الحرارة الصحيحة يسمى **تنظيم الحرارة**. ويؤدي جلد الحيوان ودمه عادة دوراً مهماً في ذلك.

تستطيع الثدييّات والطيور إبقاء أجسامها على درجة الحرارة الداخلية نفسها في معظم الظروف. ويقال عنها إنها من **ذوات الدم الحار**، فيما يطلق على باقي الحيوانات الأخرى اسم **ذوات الدم البارد**. ويعني ذلك أن درجة حرارة جسمها لا تخضع لتحكم داخلي، بل تتغيّر مع تبدل حرارة محيطها.

التحمية

عندما يحتاج حيوان من ذوات الدم الحار إلى حرارة إضافية، ينتصب ريشه أو شعره. وهذه الأخيرة تعمل بمثابة بطانية لحبس الهواء الساخن بالقرب من الجلد. وقد يبدأ الحيوان بالارتعاش أيضاً، الأمر الذي يولّد الحرارة. يحدث هذان الأمران تلقائياً حين تصبح درجة حرارة جسم الحيوان منخفضة جداً.

أما الكائنات من ذوات الدم البارد فليس بوسعها استعمال أجسامها للحفاظ على الدفء. وإذا كانت درجة حرارتها منخفضة جداً، فينبغي عليها أن تستدفىء بالشمس لرفع درجة حرارتها مجدداً.

التبريد

ينبغي على حيوانات الدم البارد أن تعثر على ظلّ أو ماء لتبريد أجسامها. أما ذوات الدم الحار فتستطيع تبريد أجسامها بطرق أخرى. فبعضها يتعرّق مثلاً حين يشعر بحرّ شديد. ويؤدي تبخّر الرطوبة من الجلد إلى تبريده. من جهته، قد يلجأ الحيوان ذو الشعر العاجز عن التعرّق إلى اللهث. بهذه الطريقة، يفقد الرطوبة والحرارة من سطح لسانه وفي الهواء الذي يزفره. وهناك العديد من الثدييّات الصحراوية، مثل ثعلب الفنك، تفقد الحرارة عبر بطانة آذانها العملاقة.

ثعلب الفنك

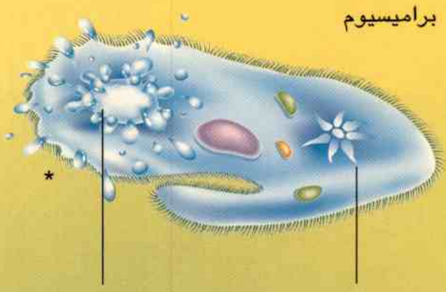
كما هي حال كل الزواحف، تنتمي العظاءات الخضراء إلى حيوانات الدم البارد. وتبقي أجسامها دافئة بتعريض نفسها لأشعة الشمس.

توازن الماء

تحتاج كل المخلوقات إلى إبقاء مقدار الماء في أجسامها وفق المستوى الصحيح، وإلا فلن تعمل أعضاؤها كما يجب.

المخلوقات الوحيدة الخلية، كالبراميسيوم، تقوم بذلك باستعمال كيس صغير في أجسامها اسمه **الفجوة القلوصة**.

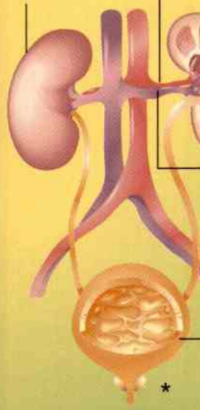
براميسيوم



الكَبِد والكُلْيَتان

في العديد من الحيوانات، يتمّ التخلص من معظم فضلات الجسم بواسطة الكَبِد والكليتين. يتولى **الكبد** تفكيك الحموض الأمينية من الطعام لإنتاج مادة اسمها **البولة** أو **اليوريا**. تمتزج هذه المادة مع الدم ويتم نقلها إلى **الكليتين**. ترشّح الكليتان الدمّ وتزيل البولة والماء والأملاح المضرة، فيتكون سائل اسمه **البول**. يُحفظ البول في عضو شبيه بالكيس اسمه **المَثانة**، يجري تفريغه على نحو منتظم.

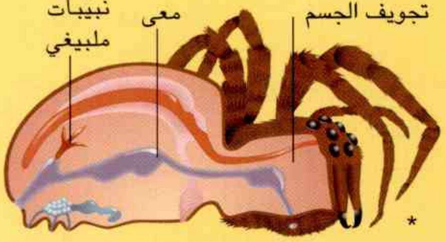
رسم بياني لكليتين ومثانة



أنابيب الفضلات

لا تملك المفصليّات* كلى أو كَبِد، وإنما أنابيب اسمها **نُبَيْبات ملبيغي**. تعمل هذه الأخيرة على إزالة الفضلات السائلة من تجويف الجسم (الجوف الدموي*). تتحول الفضلات إلى **حمض اليوريك** الصلب في المعى، فيما يُعاد امتصاص كل الماء عبر الدم. يغادر بعدها حمض اليوريك الجسم.

الجهاز الإفراغي لعنكبوت



تملك بعض الكائنات الطرية الجسم، كالديدان البسيطة، أنابيب للفضلات اسمها **الكلى الأولية**. تدخل الفضلات إلى هذه الكلى عبر **خلايا لَهَبيَّة** مجوّفة، وتغادر الجسم عبر فتحات بالغة الصغر اسمها **المسام الكلوية**.

ارتباطات الانترنت

- تعرّف إلى الحيوانات الباردة والحارّة الدم التي تستطيع الصمود في القارة القطبية الجنوبية المتجمدة.
  www.antarctic.com.au/encyclopedia/bio/ColdBlAn.html
  www.antarctic.com.au/encyclopedia/bio/WarmBlAn.html
- حقائق غريبة ومذهلة عن كيفية تعاطي بعض الضفادع مع درجات الحرارة القصوى.
  allaboutfrogs.org/weird/strange/freeze.html
  allaboutfrogs.org/weird/protection/colorings.html
- شاهد فيلماً عن كيفية عمل الكليتين.
  www.brainpop.com/health/urinary/urinary/index.weml

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

تملك الطيور كلى كبيرة وفعّالة، لكنها تفتقد إلى المثانة. لذلك، تفرز فضالة جامدة اسمها حمض اليوريك.

*جوف دموي، 301؛ مفصليّات، 342.

إرسال الرسائل

يطلق على عملية إعطاء المعلومات التي يستطيع كائن آخر أن يفهمها اسم **الاتصال**. تتواصل الحيوانات مع بعضها البعض بطرق عدّة، باستعمال الألوان، والأصوات، والحركات، والمواد الكيميائية. ومعظم رسائلها على صلة بالعثور على شريك أو توجيه إنذار لحيوانات أخرى.

يدمدم الظَربان الأميركي، ويضرب أقدامه على الأرض، ويرفع ذيله لإنذار الأعداء بتركه وشأنه، وإلا رشّ سائلاً كريه الرائحة عليهم.

ترميز الألوان

يستجيبُ العديدِ من الحيوانات إلى أنماط أو ألوانٍ معينة. فذكر أبو الحِنّاء الأوروبي، مثلاً، يصبح عدائياً حين يكشف منافسه عن صدره الأحمر قرب مِنطقته. ويقال عن مثل هذا العرض الذي يحفز استجابة معينة إنه **علامة تنبيه**.

أبو الحِنّاء الأوروبي وهو يكشف عن صدره الأحمر

تمتاز الكائنات الكريهة الطعم، أو السامّة، أو ذات اللسعة أو العضّة المؤلمة، بأجسام زاهية الألوان في أغلب الأحيان. هكذا، تتعلم الحيوانات المفترسة بسرعة تفادي كل الحيوانات ذات الألوان الزاهية.

الخطوط السوداء والصفراء لهذه اليرقانة الزنجفرية إنذار بأنها سامّة.

لكن ثمّة حيوانات غير مؤذية لها ألوان مماثلة للحيوانات السامة. تظنّ الحيوانات المفترسة أن هذه الحيوانات خطيرة أيضاً وتتركها وشأنها. يطلق على هذا التلوين المحاكي اسم **التمويه**.

فراشة خطّافية الذيل

فراشة الملكة الإفريقية

لن تأكل الطيور الفراشة الخطّافية الذيل غير السامة، إذ تظنّ خطأً أنها فراشة الملكة الإفريقية السامة.

تكشف الحيوانات غالباً عن أعضاء جسم ملونة لجذب الشريك. فعلى سبيل المثال، ينفخ ذكر طائر الفرقاط كيس حنجرته الحمراء البرّاقة لجذب الإناث. كما يطقطق مِنقارَه ويجعل جسمه في وضعيّات مختلفة.

وتكشف ذكور العديد من أنواع الطيور الأخرى، مثل الطاووس، عن ريش مذهل خلال موسم التزاوج. فهي ترفع ريشها وتجعله يرتجف في عرض مذهل.

يكون كيس الحَنجرة عند ذكر طائر الفرقاط برتقالياً عادة، لكنه يتحوّل إلى الأحمر خلال موسم التزاوج ويمكن أن ينتفخ.

يجلس طائر الفرقاط على عشّ من العيدان أثناء عرض نفسه. وأذا كانت الأنثى مهتمة به، قدمت له المزيد من العيدان.

لغة الجسد

تُطلق العديد من الحيوانات، ولاسيما تلك التي تعيش في مجموعات، الرسائل من خلال طريقة تحريك أجسامها أو تثبيتها. فالنحل مثلاً يتحرّك في أنماط معينة، أو **رقصات**، للإشارة إلى مكان العثور على الطعام. وتستطيع الرقصة إطلاع بقيّة النحل على نوعية الطعام، ومكان العثور عليه.

رقصة الهزّ لنحلة

تتبع النحلة مساراً على شكل 8، وتهزّ بطنها في وسط المسار.

إن الزاوية التي تؤلفها الرقصة مع الشمس تطلع بقية النحل على الاتجاه الواجب اتباعه.

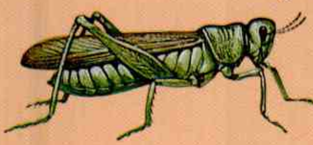
إصدار الضجيج

تستخدم معظم الحيوانات الأصوات لإيصال مجموعة منوّعة من الرسائل. ويمكن إصدار الأصوات باستعمال أجزاء مختلفة من الجسم.

حين تسمع طائراً يغرّد، فإنه يحاول ربما جذب شريك، أو يُنذر بقيّة الطيور بعدم الاقتراب من منطقته. يغني الطائر باستعمال جزء من قصبته الهوائية، يسمَّى **المِصفار**.

موقع المصفار

تُصدر بعض الحشرات، كالجراد، الأصوات بواسطة **الصرير**. تفرك الحشرة ناحيتين من جسمها معاً، وهما الساقان والجناحان عادة، لإصدار سقسقة ثاقبة أو أنيناً. ويؤدي الضجيج إلى جذب الإناث.



يفرك الجندب النتوءات الصغيرة في أرجله على جناحيه لإصدار ضجيج.

تستطيع أنثى العثّ إطلاق رائحة (فيرمونات) في الهواء.

يستطيع ذكر العثّ كشف الآثار الدقيقة لرائحة الأنثى من مسافة ميل تقريباً.

الرسائل الكيميائية

يتواصل العديد من الحيوانات من خلال إطلاق مواد كيميائية اسمها **الفيرمونات في الهواء**. فبعض الحشرات مثلاً تطلق فيرمونات قوية على نحو مذهل لجذب الشريك.

ثمة عدد من ذكور الحيوانات ترشّ البول، أو تطلق مواد كيميائية أخرى من الغدد الموجودة في أجسامها، لتحديد محيط أرضها. هكذا تدرك الحيوانات الأخرى أن هذه المساحات الكريهة الرائحة تخصّ ذلك الذكر، وتبقى بالتالي بعيدة عنها.

ارتباطات الانترنت

- تعلم كيف تحمي اليرقانات والفراشات نفسها من الحيوانات المفترسة.
www.enchantedlearning.com/subjects/butterfly/allabout/Defense.shtml
- شاهد رقصة نحلة متحركة.
ourworld.compuserve.com/homepages/beekeeping/beedance.htm
- استمع إلى الرسائل التي ترسلها الذئاب العوّاءة.
www.pbs.org/wgbh/nova/wolves
- أرشيف واسع من أصوات التماسيح والقواطير، مع شرح لمعانيها.
www.flmnh.ufl.edu/natsci/herpetology/britton/crocs/croccomm.html
- استمع إلى مختلف أصوات الحيوانات.
www.naturesongs.com

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

تراتب الأهمية

يُطلق على الحيوانات التي تعيش في مجموعاتٍ اسم **الحيوانات الاجتماعية**. وفي بعض الأنواع الاجتماعية، مثل الذئاب، تستخدم لغة الجسد لإظهار أهمية كل حيوان.

ذئب في أعلى المجموعة

الذيل والجسم مستقيمان

ذئب في أسفل المجموعة

يعضّ الذئب الأكثر قوة، واسمه الذئب **المُهَيْمن**، الذئاب الأضعف، واسمها **الذئاب الخاضعة**، في العنق. يشير ذلك إلى أنه أكثر أهمية.

تحقّق بنفسك

قد تشاهد أحياناً كلباً أليفاً وهو يتدحرج على ظهره كاشفاً عن عنقه أو بطنه. وهو يفعل ذلك ليظهر لك أنه خاضع ولن يهاجمك.

تملك معظم الخفافيش عيوناً صغيرة، وإنما لها آذان كبيرة وحساسة.

حواسّ الحيوانات

تحتاج جميع الحيوانات إلى **الحواس**، أي أنه ينبغي عليها أن تكون قادرةً على استيعاب المعلومات من حولها والاستجابة لها. تتولى خلايا حسّاسة، اسمها **المستقبلات**، موجودة على سطح جسم الحيوان أو مباشرة تحته، جمع هذه المعلومات وإرسال الرسائل إلى الدماغ. وهناك، يتم تحويل الرسائل إلى **أحاسيس**، مثل المشاهد والأصوات.

السَّمْع

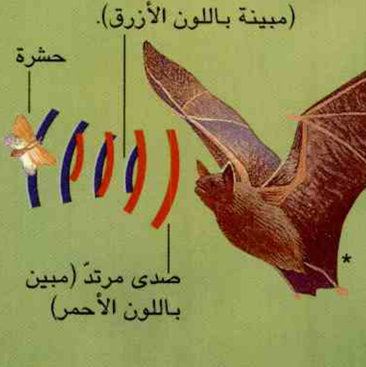
تسمع معظم الحيوانات الأرضية من خلال التقاط حركات هوائية اسمها **الموجات الصوتية**. ترتطم هذه الموجات بسطح رقيق اسمه **غشاء الطبلة**، ما يؤدي إلى تذبذبه. تتولى عظام بالغة الصغر نقل الذبذبات إلى الداخل، وترسل الرسائل إلى الدماغ. وعند العديد من الحيوانات، تتولى قناة، مع جزء خارجي من الجسم غالباً، توجيه الموجات الصوتية إلى الجسم. في هذه الحالات، يطلق على كامل الشيء اسم الأذن، ويعرف غشاء الطبلة **بطبلة الأذن**.

أذن حيوانٍ ثديّ

ولبعض الحيوانات بنية أبسط، بحيث يكون غشاء الطبلة على سطح الجسم، مع جهاز أقل تعقيداً في الداخل. يطلق على ذلك عادة اسم **العضو الطبليّ**. وعند بعض الحيوانات، كالضفادع، يكون العضو الطبلي في الرأس، فيما يكون عند حيوانات أخرى، كالجدجد، في الأرجل.

تحديد موقع الصدى

يصف ذلك الطريقة التي تعتمدها بعض الحيوانات لكشف حجم وموقع الأشياء من حولها. فالخفافيش مثلاً تصدر أصواتاً ثاقبة جداً أثناء الطيران. ترتدّ الموجات الصوتية عن الأشياء المجاورة وتعود إلى الخفّاش. من شأن هذه الترددات مساعدة الخفافيش على تفادي العَقَبات والعثور على الطعام في الظلام.



التوازن

في العديد من الأنواع الحيوانية، يُحافظ الدماغ على توازن الجسم باستعمال المعلومات الصادرة عن الخلايا الحسّاسة في الأذنين بالإضافة إلى الرسائل الآتية من العينين. إلا أن بعض الكائنات تملك أجزاء متخصصة في الجسم تساعدها على التوازن.

فقنديل البحر مثلاً يملك أعضاء توازن شبيهة بالأكياس اسمها **أكياس التوازن**. تحتوي هذه الأكياس على حبوب بالغة الصغر اسمها **حُبيبات التوازن** تتحرك أثناء سباحة الحيوان. تلامس الحبيباتُ خلايا حسّاسة، تُعلم الحيوان باتجاه جسمه.

قنديل بحر طافٍ

تملك الذبابات أجنحة خلفية صغيرة ومعدّلة، اسمها **موازنات**، تستخدم في إبقاء جسم الحيوان متوازناً أثناء طيرانه.

تحقّق بنفسك

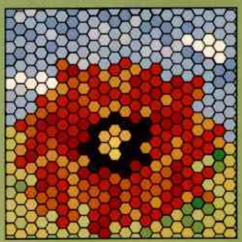
مدد رقاقة بلاستيكية بإحكام فوق أعلى أنبوب، مثل الأنبوب الكرتوني الموجود داخل لفافة محارم المطبخ، ضع فوقه بضعة حبّات من الأرز. اطلب من أحدهم أن يصفق تحت الأنبوب. لاحظ كيف تحرّك ذبذبات الهواء الرقاقة البلاستيكية، ما يؤدي إلى تحرّك حبات الأرز. بهذه الطريقة، تحرّك الموجات الصوتية طبلة الأذن والعظيمات.

البصر

تملك حيوانات كثيرة **عيوناً**. وهي الأعضاء التي تتيح لها رؤية محيطها. تحتوي العيون على مِجسات اسمها **المستقبِلات الضوئية**، قادرة على كشف الضوء.

الحشرات وبعض الكائنات الأخرى، كالسرطان، تملك **عيوناً** مركبة. تتألف كل عين من مئات العدسات البالغة الصغر. وترى كل عدسة صورة فردية. ويتولى دماغ الحيوان جمع هذه المعلومات معاً للحصول على **صورة فسيفسائية** كاملة.

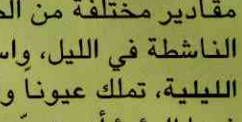
عينٌ مركَبة



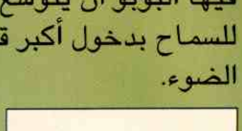
صورة فسيفسائية لزهرة كما تشاهدها حشرة

*

في عيون معظم الحيوانات شَق في الوسط اسمه **البؤبؤ** (الحدقة). يتوسّع هذا البؤبؤ ويتقلص للسماح بدخول مقادير مختلفة من الضوء. فالحيوانات الناشطة في الليل، واسمها الحيوانات **الليلية**، تملك عيونا واسعة يستطيع فيها البؤبؤ أن يتوسّع كثيراً جداً للسماح بدخول أكبر قدر ممكن من الضوء.



عينا الهِرّة في الضوء الساطع



عينا الهِرّة في الضوء الخافت

*

تملك الحيوانات الليلية وبعض أسماك أعماق البحار طبقة لامعة في الجهة الخلفية من عيونها اسمها **البساط**. يعمل هذا البساط بمثابة مرآة فيجمّع كل الضوء المتوافر. وحين تشاهد عينيّ الهرة مضيئتينِ في الظلام، يكون الضوء منعكسا عن بساطهما.

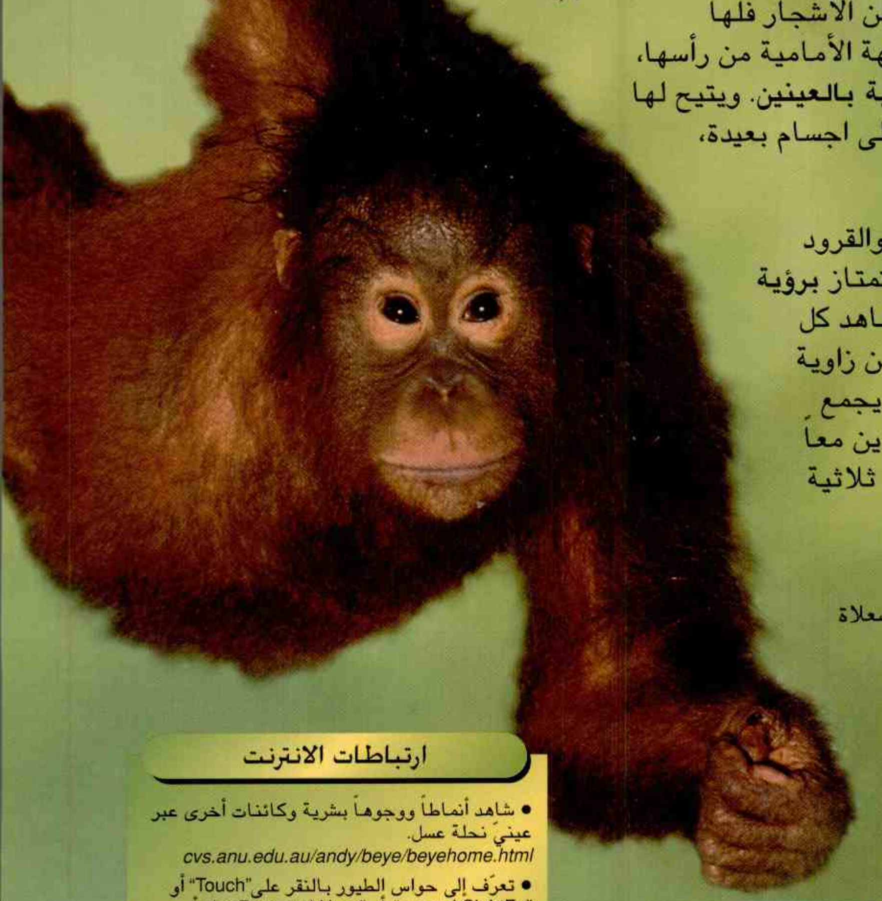
موقع العين

يُطلق على المساحة التي يستطيع الحيوان مشاهدتها اسم **حقل الرؤية**. ويرتبط هذا الحقل بموقع عينيّ الحيوان. فمعظم الحيوانات الآكلة للنبات، مثلا، لها عينان على جانبيّ رأسها ويساعدها ذلك على مراقبة الحيوانات المفترسة فيما ترعى طعامها. يقال عن هذا النوع من الرؤية إنه **رؤية جانبية**.

يستطيع هذا السنجاب الأرضي مراقبة كل ما حوله خوفا من الحيوانات المفترسة.

أما الحيوانات المفترسة وتلك التي تقطن الأشجار فلها عينان في الجهة الأمامية من رأسها، ما يمنحها **رؤية بالعينين**. ويتيح لها ذلك التركيز على اجسام بعيدة، مثل فرائسها.

أما السعادين والقرود والبشر فإنها تمتاز **برؤية مجسّمة**، إذ تشاهد كل عين الأشياءِ من زاوية مختلفة قليلاً. يجمع الدماغ المشهدين معاً لتكوين صورة ثلاثية الأبعاد.



إن موقع عينيّ السعلاة يساعده في تقدير المسافات أثناء تأرجحه من شجرة إلى أخرى.

ارتباطات الانترنت

- شاهد أنماطاً ووجوهاً بشرية وكائنات أخرى عبر عينيّ نحلة عسل.
cvs.anu.edu.au/andy/beye/beyehome.html
- تعرّف إلى حواس الطيور بالنقر على "Touch" أو "Eyes and Sight" أو "Ears and Hearing" أو "Noses and Smell" في العنوان
www.earthlife.net/birds/anatomy.html
- تعلم أكثر عن كيفية استعمال الخفافيش لتعيين الموقع بواسطة الصدى في موقع الحفاظ على الخفافيش
www.bats.org.uk/batdets.htm
- حقائق مذهلة عن حواس الحيوان.
faculty.washington.edu/chudler/amaze.html
- قم بزيارة شبكة العالم المجنون. انقر على "Search Engine" وحاول إدخال كلمة "Senses".
www.madsci.org

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

تحقّق بنفسك

يمكنك القيام باختبار بسيط لتظهر أن البشر يتمتعون برؤية ثلاثية الأبعاد. ضع كلا اليدين على مسافة ذراع من جسمك، على أن تكون السبّابتان ممدّدتين ومتقابلتين. أغلق إحدى عينيك وحاول جمع طرفيّ إصبعيك معاً. سوف تجد أن هذا الأمر أكثر صعوبة إذا لم تكن العينان مفتوحتين معاً.

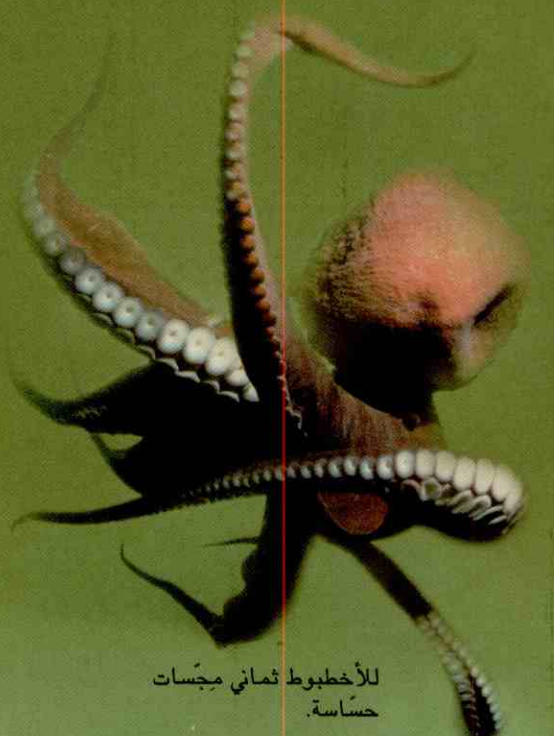
اللمس

تستطيع حاسّة اللمس مساعدة الحيوان في العثور على سبيله، أو الارتباط بأفراد أخرى من نوعه. فعلى سبيل المثال، تنظف العديد من الحيوانات بعضها البعض أو تفرك أنحاء جسمها معاً.

ثمة مِجَسّات اسمها **المُستقبِلات اللمسية** تتيح للحيوان الكشف باللمس. والمستقبِلات اللمسية تغطي عادة معظم أجسام الحيوانات ذات العمود الفقري، المعروفة **بالفَقاريات**. أما الحيوانات المعدومة الفَقار، واسمها **اللافقاريات**، فإن لها مستقبلات لمسية في أجزاء معينة فقط.

المِجسّات

المِجسّات هي بنيات طويلة ومرنة توجد في العديد من الرخويّات، كالحلزون، وبعض الكائنات البحرية. وفي معظم الحالات، يَستخدم الحيوان مِجسّاته لالتقاط الطعام وتحسّس الطريق من حوله.



للأخطبوط ثماني مِجَسّات حسّاسة.

الشوارب

لمعظم الثدييّات، كالهررة والفئران، شعرات طويلة وقاسية على وجوهها، تسمى **الشوارب أو الشعراتِ الشنبيَّة**، وهي حسّاسة جداً للمس.

تستطيع النهايات العصبية الموجودة عند قاعدة شوارب هذا الهمستر كشف أدنى حركة.

الزُبانيات (قرون الاستشعار)

هناك العديد من الحيوانات، كالحشرات والقِشريّات (السرطانات والكائنات الشبيهة) التي لها على رؤوسها بنيات مفصلية، شبيهة بالسوط، تعرف باسم **قرون الاستشعار أو الزُبانيات**.

تُساعد قرون الاستشعار الحيوان في التعرّف على الروائح والنكهات. كما تستطيع كشف التغيّرات الحاصلة في التيارات الهوائية وقِوام سطح ما. وبعض الحيوانات، كالبرنقيل، تستخدم قرون الاستشعار لتثبيت نفسها بشيء ما، فيما قد تستخدمها حيوانات أخرى للسباحة.

تكون قرون الاستشعار الكبيرة للخنفساء الطويلة القرن متمفصلة وشديدة المرونة.

إن جسم هذه الخنفساء مغطّى بشعرات حساسة بالغة الصغر (هلب).

الهُلب الحساسة

ليس الكساء الصلب لجسم معظم اللافقاريات، كالحشرات، حسّاساً جداً. ولهذا السبب، تمتاز معظم اللافقاريات بهلب تبرز من أجسامها. وتختزن قاعدة كل هلب عصباً يستجيب للذبذبات أو حركة الهواء.

الرائحة والنكهة

تحتوي الأعضاء المستخدمة للشم والتذوق على أجهزة إحساس تسمى **المستقبِلات الكيميائية**. تنتشر هذه المستقبلات عادة في فم الحيوان، وإنما يمكن العثور عليها أيضاً في أجزاء أخرى من الجسم.

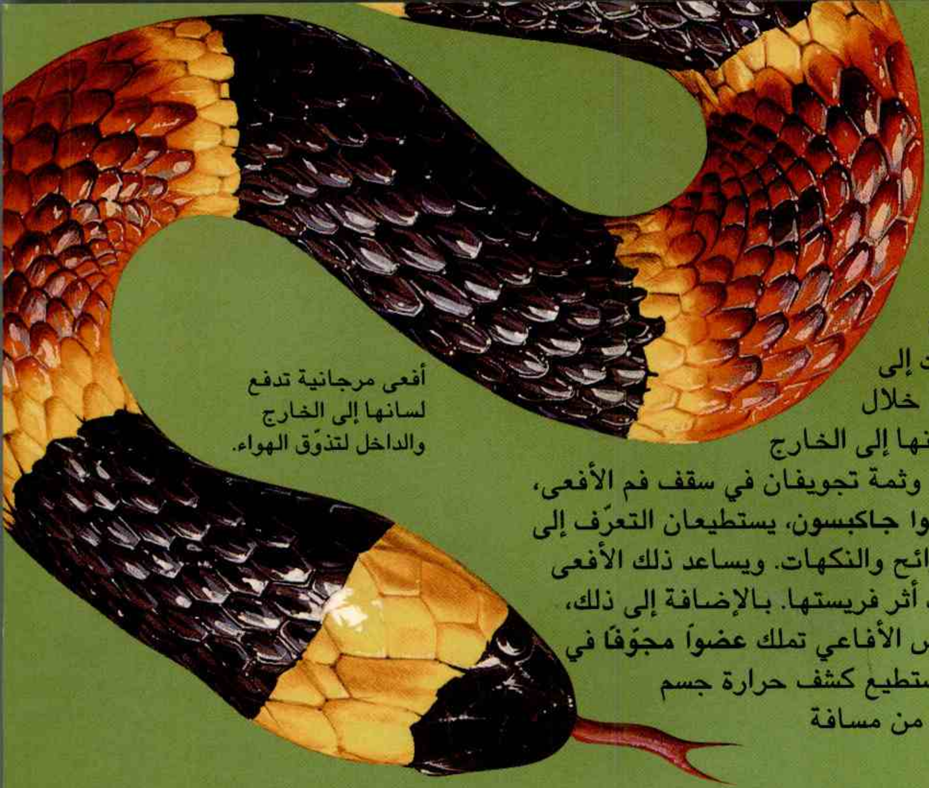
فبعض الأسماك مثلاً يمتاز بأجهزة إحساس بالنكهة والرائحة تغطي كل أجسامه، فيما يملك العديد من الحشرات مستقبلات كيميائية في أجزاء معينة فقط، مثل أطراف الأرجل. وهذه المستقبلات تسمح للحشرات بتذوّق طعامها بمجرّد المشي عليه.

أجهزة الإحساس الموجودة في أرجل هذه الذبابة تتيح لها تذوّق المادة التي تمشي فوقها وتساعدها في تحديد ما إذا كانت تريد أكلها أم لا.

وللعديد من المِفصليّات* أعضاءٌ شبيهة بقرون الاستشعار، اسمها **الملامس**، تنشأ من أجزاء أفواهها. تحتوي الملامس على مستقبلات كيميائية تتيح للحيوان الشمّ والتذوق. كما يطلق على بعض الأعضاء الحسّاسة للمس اسم الملامس.

تحقّق بنفسك

غالباً ما تعمل حاسّتا الشم والتذوق معاً. ولهذا السبب، قد تجد صعوبة في تذوّق الطعام حين تعاني من الزكام ويكون أنفك مسدوداً. حاول أن تقرص أنفك أثناء تناول شيء ما، ولاحظ كيف تعمل حاسّة الذوق عندك.

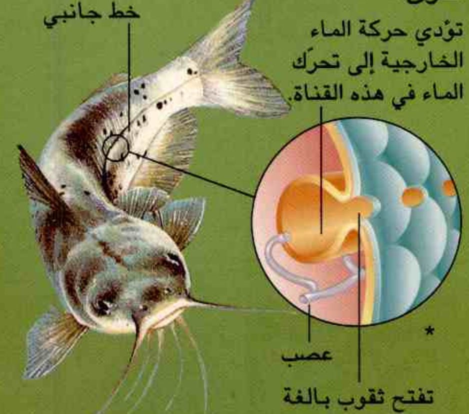


أفعى مرجانية تدفع لسانها إلى الخارج والداخل لتذوّق الهواء.

تأتي الأفعى بالروائح والنكهات إلى فمها من خلال دفع لسانها إلى الخارج والداخل. وثمة تجويفان في سقف فم الأفعى، هما **عضوا جاكبسون**، يستطيعان التعرّف إلى هذه الروائح والنكهات. ويساعد ذلك الأفعى في تعقب أثر فريستها. بالإضافة إلى ذلك، فإن بعض الأفاعي تملك عضواً مجوّفاً في رأسها يستطيع كشف حرارة جسم فريستها من مسافة بعيدة.

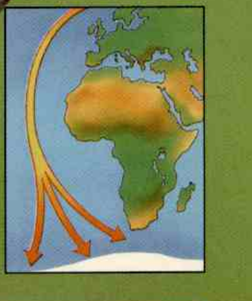
حواسّ أخرى

تملك الأسماك وبعض البرمائيّات* قناتين شبيهتين بالأنبوب في أجسامها، يعرفان **بالخَطَّيْن الجانبيَّيْن**. يمتد هذان الخطان بموازاة جانبيّ الجسم، مباشرة تحت الجلد، ويكونان مملوءين بالماء. يكشف هذان الخطان الجانبيان التغيّرات الحاصلة في تيارات وضغط الماء التي تسببها حيوانات أخرى.



يستطيع القرش كشف النبضات الكهربائية الصادرة عن الكائنات المجاورة. وهو يفعل ذلك باستعمال حجرات صغيرة في رأسه، اسمها **أنبولات لورنزي**. فالشعرات الحساسة داخل هذه الحجرات تتصل بالخلايا العصبية التي تكشف الكهرباء. ويطلق على هذه الحاسّة اسم **الاستقبال الكهربائي**.

لم يتأكد العلماء بعد من الحواسّ التي تساعد الطائر على الهجرة*، لكنهم طوّروا نظريات عدّة. ويحتمل أن تكون الطيور قادرة على الإحساس بالحقل المغنطيسي للأرض واستخدامه دليلاً لها.



تستخدم طيور الخَرْشَنَة القطبية العديد من الحواسّ للاسترشاد في طريقها إلى القارة القطبية الجنوبية والعودة منها.

ارتباطات الانترنت

- تصفّح هذا الموقع للتعرف إلى قرون الاستشعار عند الحشرات، وعيونها، وسمعها وحواسها الأخرى. www.earthlife.net/insects/anatomy.html
- انقر على "Senses" لقراءة معلومات حول حواس الفراشات والعث. www.enchantedlearning.com/subjects/butterflies
- اقرأ عن حاسة الكشف المغنطيسي التي تستخدمها الحيوانات المهاجرة. abcnews.go.com/sections/science/DailyNews/navigation990127.html
- شرح موجز حول سبب أهمية قرون الاستشعار بالنسبة إلى الحشرات. www.education.com/common/resources/lfo/bugs/antennae.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*برمائيّات، 315، 342؛ مفصليّات، 342؛ هجرة، 329.

تكوين حياة جديدة

يستطيع كلّ كائن حي تكوين المزيد من نوعه. يطلق على هذه العملية اسم **التكاثر**. ومعظم الحيوانات تتزاوج لفعل ذلك، في أزواج من ذكر وأنثى. إلا أن الكائنات البسيطة قادرة على **استنساخ** أجسامها، أو نسخها، من دون الحاجة إلى شريك. ويعرف ذلك **بالتكاثر اللاّجنسي**.

يبدأ هذا البراميسيوم بالانشطار إلى نصفين. وسوف يصبح كل منهما كائنا جديدا.

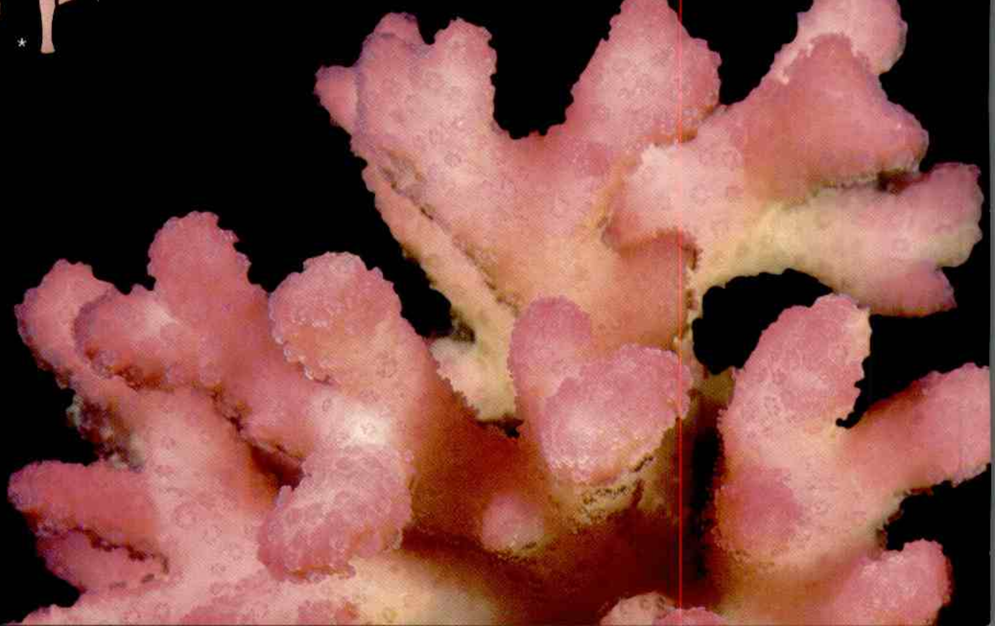
الانشطار

تتكاثر الكائنات الوحيدة الخلية، كالأميبات، بطريقة لاجنسية من خلال الانقسام إلى نصفين متطابقين. يسمّى ذلك **الانشطار الثنائي**.

تتكاثر بعض الكائنات البالغة الصغر مرّات عدّة من خلال الانشطار المتواصل. يعرف ذلك **بالانشطار المتعدّد**. بهذه الطريقة، يتم إنتاج أعداد كبيرة من الكائنات الجديدة، المعروفة **بالخلايا الوليدة**، في وقت قصير.

وبعض الكائنات، كالمرجان، تبقى متصلة بأسلافها بعد انتهاء التكاثر اللاجنسي. يعرف ذلك **بالانشطار غير الكامل**.

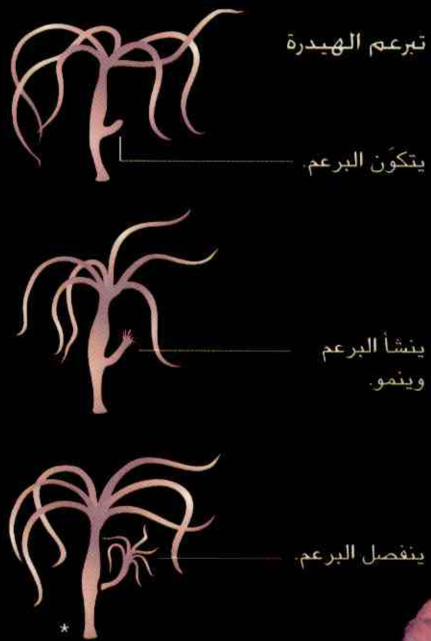
يتألف هذا الحيد المرجاني من عدّة مرجانات فردية متّحدة معا.



التبرعم

بعض الحيوانات البسيطة، كالهيدرة، تتكاثر من خلال تكوين نتوءات أو **براعم** من أجسامها. يسمّى ذلك **التبرعم**. وفي النهاية، ينفصل كل برعم لوحده ويصبح كائنا جديدا.

تبرعم الهيدرة



التفكّك

يستطيع عدد ضئيل من الحيوانات إنتاج كائنات جديدة من أجزاء في أجسامها. يعرف ذلك **بالتجزّؤ**.

التجزؤ في دودة مسطحة

إذا انشطرت الدودة المسطّحة إلى أجزاء، يمكن أن يتحوّل كل جزء إلى دودة جديدة.

التراكم

تستطيع بعض الكائنات، مثل نجم البحر وخِيار البحر وبعض العظاءات، إعادة نمو أجزاء من أجسامها كانت قد انفصلت عنها قبلاً. يعرف ذلك **بالتجدّد**.

نجم بحر

إذا انفصلت ذراع من نجم البحر، سوف تنمو ذراع جديدة تحلّ مكانها

الذكر والأنثى

ثمة نتيجة للتكاثر اللاجنسي تتجلّى في انتقال أي ضعف عند الأهل إلى الصغار. أما **التكاثر الجنسي*** فيقوم، مقابل ذلك، على جمع الخلايا الجنسية للذكر والأنثى. وهكذا، يرث الصغير سمات تعرف **بالخلال** من كلا الوالدين.

وفي معظم الأنواع، تكون الذكور والإناث منفصلة عن بعضها. غير أن بعض الكائنات، كالحلزون ودودة الأرض، تملك الخلايا الجنسية الذكرية والأنثوية في أجسامها. ويقال عن هذه الكائنات إنها **خُناثى**.

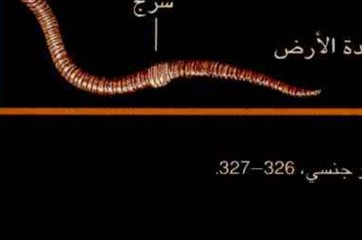
حلزونة مع بيض

بعد حصول الإخصاب (راجع أدناه)، تضع الحلزونة بيوضها وتدفنها في حفرة.

يطلق على اتحاد الخلايا الجنسية الذكرية والأنثوية اسم **الإخصاب**. والكائنات الخناثى لا تخصب نفسها عادة، وإنما تقايض الخلايا الجنسية الذكرية لتخصيب بعضها البعض. هكذا، يرث الصغير الخلال من كلا الوالدين.

تحقّق بنفسك

حين تقوم دودتان أرضيّتان بمقايضة الخلايا الجنسية، ثمة جزء في الجسم شبيه بالسرج، واسمه **السرج**، يفرز مادة دبقة تثبت الجسمين معاً. وحين تشاهد في المرة التالية دودة على الأرض، أنظر إلى سرجها.



دودة الأرض

الجنسي واللاجنسي

ثمة حشرات بالغة الصغر اسمها المنّ، تشهد دورة جنسية تشتمل على المراحل الجنسية واللاجنسية.

فخلال أشهر الربيع والصيف الدافئة، يتوافر الكثير من الطعام للأكل. فتتكاثر إناث المنّ على نحو لاجنسي. وهي تنتج العديد من الإناث الصغيرة الحيّة، ومن ثمّ العديد من الذكور الصغيرة الحيّة. تنمو كل هذه الصغار من الخلايا الجنسية الموجودة داخل أجسام الإناث، من دون تخصيبها بالخلايا الجنسية الذكرية. يعرف ذلك **بالتوالد العُذريّ**.

حين ينتهي فصل الصيف، تتوالد حشرات المنّ بطريقة جنسية. فبعد الإخصاب، تضع الإناث بيوضها لتفقِس منها إناث جديدة خلال الربيع التالي.

في خليّة النحل، وحدها النحلة الملكة تلد صغاراً. وهي تتكاثر جنسياً، وتتلقى الخلايا الجنسية من الذكور وتضع البيض المخصّب. تتحول هذه البيوض إلى إناث اسمها **العاملات**. كما تضع الملكة بيضاً لا يتم تخصيبه يتحول إلى ذكور تسمّى **اليعاسيب**.

يعسوب (ذكر)

ملكة النحل

عاملة (أنثى)

حشرات المنّ على زهرة

خلال فصليّ الربيع والصيف، يزداد عدد المنّ بسرعة.

ارتباطات الانترنت

- شاهد دودة الكترونية وانقر على سرجها لتعلم المزيد عن التكاثر. *plato.acadiau.ca/courses/biol/macdougall/calgary/worm/beginwm.htm*
- صفحة قصيرة عن التكاثر عند المرجان. *www.seaworld.org/coral_reefs/reprocr.html*
- قم بزيارة موقع الوب هذا للحصول على شرح مفصل عن التكاثر الجنسي واللاجنسي. *www.ece.utexas.edu/~weston/Coll.html*
- لمحة عن التكاثر عند الهيدرة، مع صور مجهرية مفصلة. *www.microscopy-uk.org.uk/mag/artjun98/janhydra.html*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

*تكاثر جنسي، 326–327.

التكاثر الجنسي

تتزاوج معظم الحيوانات مع عضو آخر من نوعها لتوليد الصغار. هكذا، يتّحد الذكر والأنثى معاً في عملية اسمها **التكاثر الجنسي**. وتقوم خلية جنسية من الذكر بإخصاب خلية جنسية من الأنثى لتكوين كائن جديد.

العثور على شريك

تستخدم معظم الحيوانات الأصوات أو الروائح المعروفة بالفيرمونات* أو العروض البصرية (انظر الصفحة 318) أو وسائل أخرى لجذب الشريك. بعد تواجد الشريكين معاً، قد يؤديان نوعاً من **طقوس المغازلة** قبل التزاوج. يعرض الذكر عادة نفسه أمام الأنثى في محاولة للتأثير عليها. وفي بعض الأنواع، ولاسيما بعض أنواع الطيور، قد «يرقص» الاثنان أو يؤدّيان العرض معاً.

وفي معظم الأنواع، يترك الذكر الأنثى لوحدها بعد التزاوج، لكن بعض الأزواج تبقى معاً لسنوات عدّة وتلد صغيراً جديداً كل عام.

الإخصاب

يحدث الإخصاب حين تتّحد خلية جنسية ذكرية، اسمها **المَني (النطفة)**، بخلية جنسية أنثوية، اسمها **البَيْضة**. ويمكن تخصيب كل بيضة بنطفة واحدة فقط. هكذا، تنشأ أول خلية من الكائن الجديد. وفيما ينمو هذا الأخير، يطلق عليه اسم **المضغة**.

تضع أنثى الضفدع الكثير من البيض الطري.

الإخصاب الخارجي يحدث في الأغلب عند الحيوانات القاطنة في الماء، كالأسماك والبرمائيات*. تضع الأنثى الكثير من البيوض المحتوية على بيضها، ثم يقوم الذكر بتخصيبها من خلال تغطيتها بالمني. فذكر الضفدع مثلاً يمسك بجسم الأنثى ويغطي البيوض بالمني أثناء وضعها.

أما **الإخصاب الداخلي** فيحدث داخل جسم الأنثى. وتخصّب كل الحيوانات البرّية تقريباً، كالثدييات، هذه الطريقة. يضع الذكر مَنيّه مباشرة داخل جسم الأنثى، بواسطة عضو متخصص عادة اسمه **القضيب**.

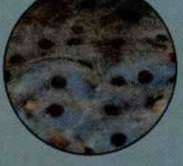
يبقى زوج التمّ معاً طوال الحياة.

*برمائيات، 315، 342؛ فيرمونات، 319.

وضع البيوض

يقال عن الحيوانات التي تضع البيض إنها بَيوضة. ومعظم الزواحف، والحشرات، والطيور والأسماكِ حيوانات بَيوضة. ويمكن أن يخصَّب البيض خارجياً أو ينتج من إخصاب داخلي. وثمة نوعان أساسيان من البيوض.

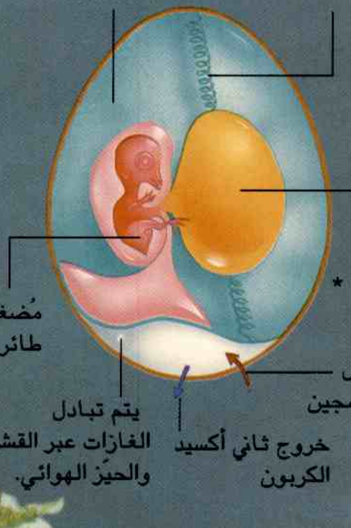
تنتج معظم الأسماك والبرمائيات، مثل الضفدع إلى اليمين، مئات البيوض الطريّة البالغة الصغر، المعروفة بالسّرء. تحتوي هذه البيوض غالباً على صغارٍ لا تشبه الحيوانات الكبيرة إطلاقاً.



تُشير النقاط الصغيرة السوداء في سرء الضفدع إلى الصغار النامية.

تنتج معظم الحيوانات البريَّة، كالطيور والزواحف، عدداً أصغر من **البيوض المستغلِقة**. وفي هذه البيوض، تتغذّى المضغة من مخزون غذائي اسمه المحّ، وتكون محمية بقشرة صلبة. وحين تفقس البيوض، تكون الصغار عادة نسخاً مصغرة عن الحيوانات الكبيرة.

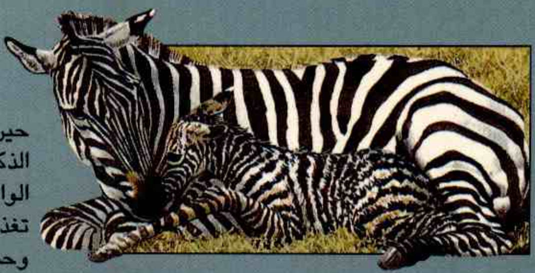
بيضة مستغلِقة



الولادة

يقال عن الحيوانات التي تلد صغاراً حيّة إنها وَلودة. ومعظم حيوانات هذا النوع هي من الثدييّات. ينمو الصغير داخل الأنثى في كيس اسمه الرَحِم. وثمّة عضو اسمه المشيمة يغذي الصغير داخل الرحم. وبعد فترة من الوقت، تتقلص العضلات في جسم الأنثى ويُدفع الصغير إلى الخارج.

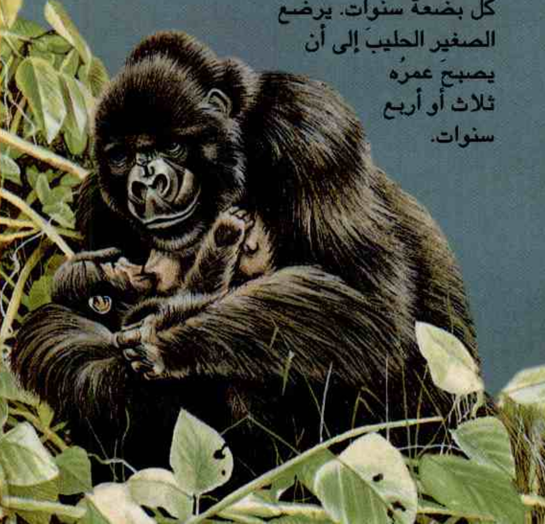
يطلق على المدة الزمنية التي يمضيها الصغير داخل الرحم اسم **فَترة الحمل**. وهي تختلف من نوع إلى آخر.



بعد الولادة، تلعق معظم الثدييّات صغارها لتصبح نظيفة، مثلما يفعل هذا الحمار الوحشي.

فصائل الحيوان

تولد معظم صِغار الحيوانات عاجزة، وتعتمد تماماً على أمها لحمايتها وتغذيتها. يغذي الحيوان الثدييّ صغارَه بالحليب الذي تفرزه **الغدد الثديية**. تشرب الصغار الحليب، أو **ترضعُه**، إلى أن تصبح كبيرة بما فيه الكفاية لأكل الطعام الجامد.



تلد الغوريّلا صغيراً واحداً كل بضعة سنوات. يرضعُ الصغير الحليبَ إلى أن يصبحَ عمرُه ثلاث أو أربع سنوات.

كما تلجأ كل الطيور وبعض الزواحف إلى تغذية صغارها وحمايتها بعد الولادة. وفي بعض الأنواع، يتشارك الأبوان معاً في هذه المهام.

تحمي أنثى البطريق الأمبراطوري صغيرها فيما يتغذى الذكر في البحر.

حين يعود الذكر، يتناوب الوالدان معاً تغذية الصغير وحمايته.

تحقّق بنفسك

خلال فصل الربيع، ابحث في البرك عن مجموعات سرء الضفادع. وعلى رغم وجود الكثير من البيض، تقوم الحيوانات المفترسة بالتهام الكثير من الصغار بعد تفقيسها. ويبقى عدد ضئيل منها على قيد الحياة ليتحول إلى ضفادع كبيرة.

ارتباطات الانترنت

- مقال P""arenthood عن بناء العش ووضع البيض من مسلسل دايفيد أتنبوروه التلفزيوني The Lif""e ofBirds.
www.pbs.org/lifeofbirds/home/index.html

- توفر هذه المواقع معلومات مفصلة حول البيض والصغار الحية.
www.earthlife.net/birds/eggs.html
www.earthlife.net/mammals/reproduction.html

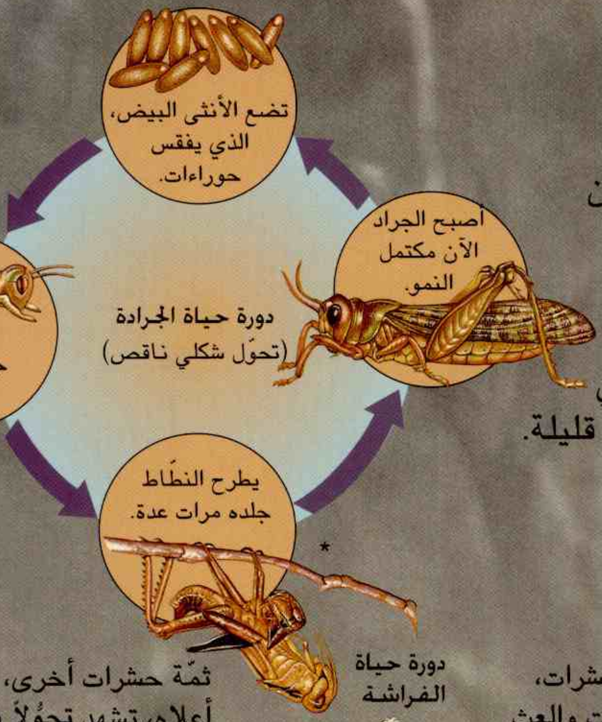
- تعرَّف إلى أحدث صغار الحيوانات في البحريّ في العالم يشتمل هذا الموقع على أصوات وأفلام مصورة.
www.seaworld.org/small_wonders/babyanimals.htm

- انقر على أي نوع من الدببة المذكورة في هذا الموقع للحصول على معلومات حول تكاثرها.
www.nature-net.com/bears/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

دورات الحياة

تحدث تغيّرات عدّة بين بداية حياة الحيوان ونهايتها: فهو يكبُر، وينمو، ويلد الصِّغار. يُطلق على أنماط النمو والسلوك هذه اسم دورة الحياة. تحتاج دورات حياة بعض الحيوانات إلى سنوات عدّة لتكتمل، فيما تنهي العديد من الحشرات دورة حياتها خلال أشهر قليلة.



التحوّل الشكلي

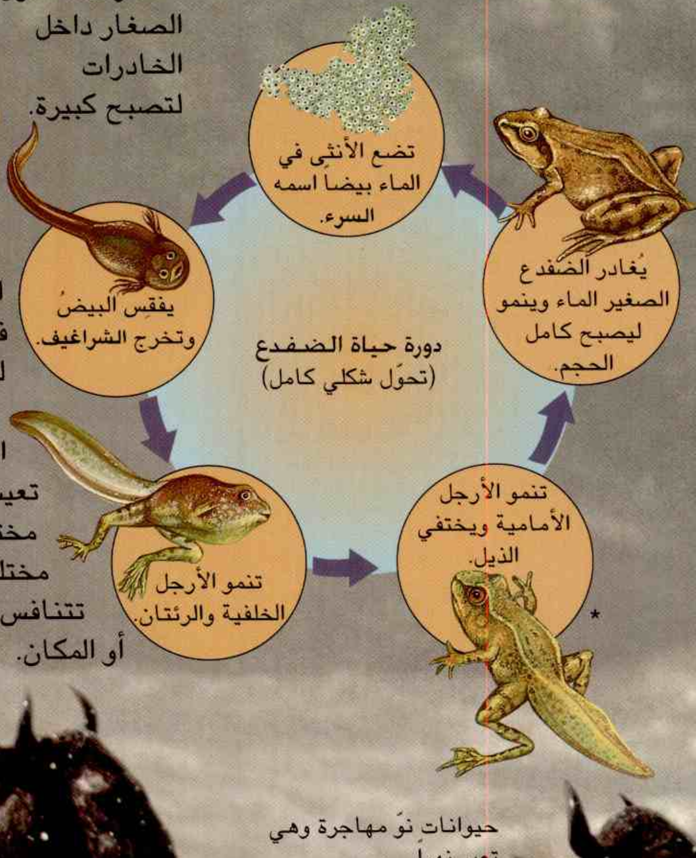
تُغيِّر بعض الحيوانات، كالحشرات والضفادع، شكلها بالكامل خلال مسار دورة حياتها. يعرف ذلك **بالتحوّل الشكلي**، علماً أنه يوجد نوعان منه: الكامل والناقص. في **التحوّل الشكلي الكامل**، يبدو شكل الصغار مختلفاً جداً عن شكل الكبار.

تشهد الحشرات، والفراشات والعث والدعسوقات، تحوُّلاً كاملاً. وتتغذى صغارها، المعروفة **باليرقانات**، وتنمو ثم تنشىء أغلفة صلبة اسمها **الخادرات**. تتحوّل الصغار داخل الخادرات لتصبح كبيرة.

ثمّة حشرات أخرى، كالجراد المبين أعلاه، تشهد **تحوُّلاً شكلياً ناقصاً**. ويعني ذلك أن الصغار، المعروفة **بالحوراءات**، تبدو شبيهة بأهلها، على رغم عدم تكوّن بعض أجزاء جسمها بعد، مثل الأجنحة. تطرح الحوراءات جلودها مرات عدة فيما تزداد حجماً. وأثناء نموها، تنشأ الأجنحة والأعضاء التكاثرية.

يطلق على الشكل الكبير للحشرة التي شهدت تحولاً شكلياً كاملاً أو ناقصاً اسم **البالغة**.

التحوّل الكامل يوفر في الغالب شكلاً يتيح للحيوان البقاء على قيد الحياة خلال الشتاء. فالصغار تعيش عادة في مواطن مختلفة ولها أغذية مختلفة عن الكبار، ولا تتنافس بالتالي على الطعام أو المكان.



تحقّق بنفسك

إذا تمكَّنْت من العثور على سرء ضفادع في بركة خلال فصل الربيع، عُد وانظر إلى فراخ الضفادع كل أسبوع بعد تفقيسها. وبعد ثمانية أسابيع تقريباً، سوف تلاحظ أن أجنحتها الصغيرة بدأت بالنمو.

حيوانات نوّ مهاجرة وهي تعبر نهراً.

تهاجر هذه الإوزّات الكندية، مثل معظم طيور الإوز، إلى أراضي التكاثر كل عام.

القيام برحلة

في مرحلة ما من دورات الحياة، يُسافر العديد من الحيوانات مسافات طويلة في مجموعات كبيرة بهدف التكاثر أو العثور على الطعام في أغلب الأحيان. ويطلق على هذه الرحلة اسم الهجرة.

تُهاجر معظم الطيور مرتين كل عام (إلى أراضي التكاثر أو التغذية والعودة منها). وهي تستخدم مواقع الشمس والنجوم ومعالم الأرض للاهتداء إلى سبيلها. ينتقل العديد من الحيوانات الأرضية، مثل النوّ، مع المواسم للعثور على الطعام. وقد يتوجّب على هذه الحيوانات تخطي عقبات، كالأنهار.

الهجرة في الماء

بعض الحيوانات، كالسلمون والأنقليس، تهاجر مرة واحدة فقط في حياتها. تكون الرحلة طويلة وصعبة، وينجح عدد ضئيل من الأسماك في البقاء على قيد الحياة للتكاثر مجدداً.

دورة حياة السلمون

تُسافر أسماك السلمون ضد التيار بهدف التكاثر. وهي تسبح من البحر إلى الأنهار حيث فقست.

حين تصل، تضع الإناث البيض في مجرى النهر، داخل تجويفات تحفرها بواسطة ذيولها.

تعيش صغار السلمون في الأنهار لمدة ثلاث سنوات تقريباً قبل أن تسبح إلى البحر، حيث تبقى هناك إلى أن تصبح جاهزة للتكاثر.

استراحة طويلة

هناك العديد من الحيوانات التي لا تهاجر، وإنما تبقى على قيد الحياة خلال مواسم البرد أو الجفاف في حالة شبيهة بالنوم اسمها الهُجوع (السُبات). يُطلق على الهجوع أثناء الجفاف اسم **التصيّف (السُبات الصيفي)**، فيما يطلق على الهجوع أثناء الشتاء اسم **السُبات الشتوي**.

قبل السُبات، تجمع الحيوانات طعامها. ويعمد بعضها إلى تناوله كله وتكوين طبقة من دهن الجسم لإبقائها على قيد الحياة خلال الشتاء. وتخزن حيوانات أخرى الطعام لتستيقظ بين الحين والآخر لتناوله.

تستقر الحيوانات المسبتة، مثل هذه الزغبة، في مكانٍ آمن ومخفيّ.

يبطأ تنفس الحيوان وخفقان قلبه، وتنخفض حرارة جسمه. لكنه يصبح نشطاً مجدداً خلال الربيع حين يصبح الطعام متوافرا.

ارتباطات الانترنت

- قم بزيارة معرض لندن للفراشات للحصول على وصف متحرك لدورة حياة الفراشة. www.butterflies.org.uk/lbh_home/cycle.htm
- انقر على "Weird Frog Facts" ومن ثم على "The e Cyclerog LifF" للحصول على شرح مصوّر للتزاوج والتحول. allaboutfrogs.org/froglnd.shtml
- معلومات حول تحول الفراشة الملكية وأنماط هجرتها. www.sci.mus.mn.us/sln/monarchs/tf/otherlinks.html
- تعقب هجرة الحيتان والنسور وحيوانات أخرى. www.learner.org/jnorth
- دورة حياة السلمون مع صور. www.streamnet.org/ff/factsheets/lifecycle.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

علم البيئة

يُمكن تقسيم العالم إلى مناطق مختلفة، تحتوي كل منها على نباتاتها وحيواناتها الخاصة. وتكون كافّة الكائنات الحية ملائمة لمحيطها، أو **بيئتها**، ويعتمد بعضها على بعض للبقاء على قيد الحياة. يطلق على دراسة العلاقات بين النباتات والحيوانات وبيئتها اسم **علم البيئة**.

مواطن الحيوانات

يطلق على المكان الطبيعي لحيوان أو مجموعة من الحيوانات اسم **الموطن** أو **المَسْكِن**. ويقال عن النباتات والحيوانات التي تعيش معاً في موطن معين إنها **جماعة**. تشكل الجماعة مع الأجزاء غير الحية من البيئة، مثل الهواء والماء، **نظاماً بيئياً**. يمكن العثور على أنظمة بيئية صغيرة ضمن نظام بيئي أكبر حجماً، مثل جذع متعفن في غابة.

يمكن أن تكون زهرة غابة مطيرة واحدة موطناً للضفادع والعديد من الحشرات.

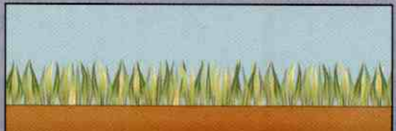
تحقّق بنفسك

إرفع حجراً عن الأرض وشاهد ما الذي يعيش في الموطن تحته. سوف تعثر على الأرجح على كائنات تحبّ الرطوبة والأماكن المظلمة، مثل البزّاق العريان وديدان الأرض وحمار القبّان. لكن عليك ترك كل شيء كما وجدته.

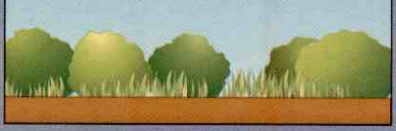
التعاقب

يتدمّر الموطن وجماعته أحياناً– خلال حريق غابة مثلاً. وبعد الحريق، تحلّ نباتات وحيوانات مختلفة محلّ بعضها أثناء نشوء الموطن. يطلق على هذه العملية اسم **التعاقب البيئي**. وفي النهاية، تنشأ جماعة محددة وتبقى على حالها طالما أن البيئة ثابتة. يطلق عليها اسم **الجماعة الأوجية**.

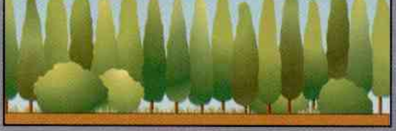
التعاقب في حقل مهجور



تتألف الجماعة الأولى أو الرائدة من الأعشاب. وتصبح موطناً للحشرات والثدييات الصغيرة.



تبدأ الشُجيْرات والجنبات بالنمو، فتنضم ثدييّات كالأرانب إلى الجماعة.



*

تستطيع الجماعة الأوجية للأشجار استيعاب مجموعة منوّعة من الحيوانات، بما في ذلك الثعالب والغرَيْر

الطعام للجميع

يطلق على دور الحيوان في جماعته، بما في ذلك ما يأكله ومكان عيشه، اسم **العشّ البيئي**. ولا يمكن لنوعين أن يعيشا في العشّ نفسه في آن واحد. وإذا جرّبا ذلك، سيموت أحدهما أو يتم إقصاؤه.

وبإمكان جميع الحيوانات المذكورة أدناه أن تعيش معاً في الأراضي المعشوشبة الإفريقية، لأن أنظمتها الغذائية تختلف قليلاً عن بعضها البعض، وبالتالي فهي تشغل بيئات مختلفة.

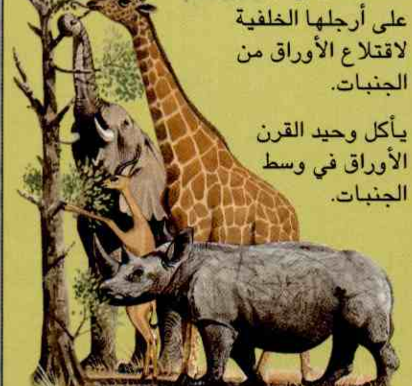
الأعشاش البيئية في الأراضي المعشوشبة

تصل الزرافات إلى الأعلى لأكل الأجزاء العلوية من الأشجار.

تمدّد الفيَلة خراطيمها لرعي الأوراق والأغصان.

تقف الظبيان على أرجلها الخلفية لاقتلاع الأوراق من الجنبات.

يأكل وحيد القرن الأوراق في وسط الجنبات.



*

خريطة تظهر أبرز المواطن الحيوية في العالم

الموطن الحيوي

المواطن الحيوية هي أكبر الأنظمة البيئية التي يمكن بحسبها توزيع سطح الأرض. وقد جرت تسمية معظمها استنادا إلى أنواع النبات الأساسية الموجودة فيها. يمتاز كل مثوى حيوي بمجموعته الفريدة من النبات والحياة البرية. وتشاهد في ما يلي نوع حيوان يمكن العثور عليه عادة في كل مثوى حيوي أساسي.

تكون **سهول التندرا** باردة جداً ومذروّة بالرياح. لذا، يستطيع القليل من النباتات او الحيوانات العيش هناك.

الأرنب البري الثلجي

تكون **الغابات المطيرة الاستوائية** ساخنة ورطبة طوال السنة، وهي غنية بالحياة النباتية والحيوانية.

فراشة مورفو

تتعرض **أراضي العَيص (المسماة الغيل)** لرياح ساخنة وجافة في الصيف.

حَرباء

تحتوي **الغابات الصنوبرية** على أشجار دائمة الاخضرار وهي باردة طوال السنة.

دبّ أسود

تكون **الصحارى** ساخنة وتحتوي على القليل من الكائنات الحية.

عقرب

تحتوي **المحيطات** على عدد ضخم من الأنظمة البيئية وتغطي معظم سطح الأرض.

سمكة المحيط الذهبية

تتألف **الأراضي المعشوشبة المدارية** بمعظمها من أعشاب وأشجار.

أسد

الأراضي المعْشوْشِبة المعتدلة هي عبارة عن سهول عشبية مكشوفة فيها القليل من الأشجار.

كلب المُروج

تكون **المناطق القطبية** مغطاة بالجليد والثلج. ويستطيع عدد ضئيل من الكائنات الحية العيش فيها.

الفظّ

تمتاز مناطق **الغابة النفضية (المعبلة)** بفصول صيف دافئة وأشهر شتاء باردة.

سِنجاب أحمر

تكون **الجبال** بمعظمها باردة وجرداء في الأعلى، فيما توجد النباتات على سفوحها.

كبش الجبال الصخرية

ارتباطات الانترنت

- قم بجولة في غابة مطيرة داخل سورينام. *www.euronet.nl/users/mbleekers/suriname/suri-eng.html*
- استكشاف للأنظمة البيئية في البحر والمياه العذبة، مع وصلات بمواقع وب أخرى. *mbgnet.mobot.org/fresh/index.htm* *mbgnet.mobot.org/salt/index.htm*
- مقدمة إلى علم البيئة والمثاوي النطاقية *www.kapili.com/biology4kids/eco/index.html*
- استكشف حديقة سيرنجتي الوطنية. وانقر قائمة ticleAr على موطن معين للعثور على الكثير من المعلومات بشأن الأراضي المعشوشبة الاستوائية. *www.gorp.com/gorp/location/africa/tanzania/ser_intr.htm*
- معلومات مفيدة حول الأنظمة البيئية والمثاوي النطاقية والمواطن، مع نشاطات ووصلات بمواقع وب أخرى ذات صلة. *www.fi.edu/tfi/units/life/habitat/habitat.html*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

تستطيع الدببة القطبية العيش في القارة القطبية الشمالية لأن جلدها السميك وكساءها الخشن يحميانها من البرد.

الغذاء والطاقة

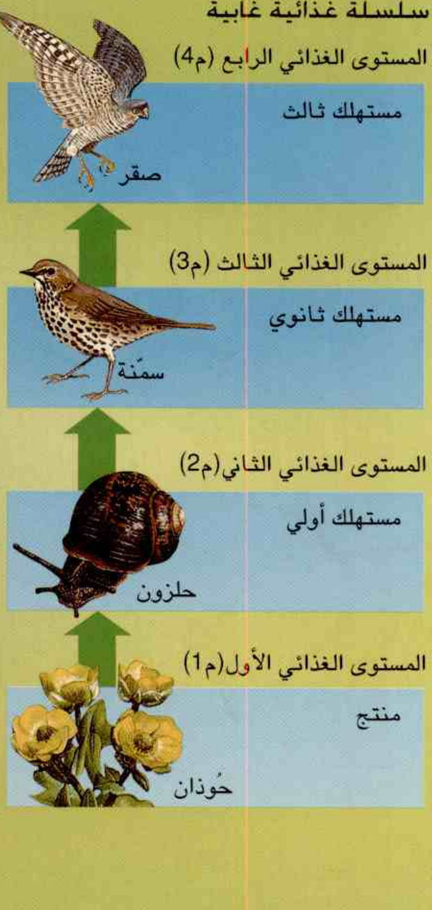
تصنع النباتات غذاءها باستعمال الماء، وثاني أكسيد الكربون من الهواء، والطاقة من الشمس. ويقال عنها إنها **ذاتية التغذّي**. إلا أن الحيوانات تعتمد على كائنات حية أخرى للحصول على طعامها ويقال عنها إنها **غيريّة التغذّي**. تحصل الحيوانات على الطاقة عن طريقِ أكل النباتات أو الحيوانات الأخرى التي أكلت هي أيضاً نباتات.

يحصل هذا اليعسوب على طاقته من خلال أكل الحشرات الآكلة للنبات.

السلاسل الغذائية

تشكِّل كافّة الحيوانات جزءاً من **سلسلة غذائية**. وهذه عبارة عن سلسلة من الكائنات الحية، التي يأكل كل منها الذي يسبقه. يشير موقع الكائن الحي ضمن السلسلة الغذائية إلى **مستواه الغذائي**، علماً أن النباتات تأتي في المستوى الأول. يطلق على النباتات اسم **المنتِجات**، لأنها تصنع الطعام الذي يوفر الطاقة، فيما يطلق على الحيوانات في السلسلة الغذائية اسم **المستهلِكات**.

سلسلة غذائية غابية



وضمن السلسلة الغذائية، يعرف الحيوان العاشب (أي الآكل للنبات) **بالمستهلك الأولي أو مستهلك الرتبة الأولى**. أما الحيوان الذي يأكل مستهلكاً أولياً فيعرف **بالمستهلك الثانوي**، وهكذا دواليك. والعديد من اللواحم (آكلات اللحوم) تأكل الحيوانات العاشبة واللواحم الصغيرة على حد سواء، وهي بالتالي مستهلِكات ثانوية في بعض الحالات ومستهلكات ثالثة في حالات أخرى.

كذلك فإن السلاسل الغذائية تضم كائنات بالغة الصغر اسمها **المفكِّكات**. وهي تشمل الجراثيم والفطريّات والعديد من اللافقاريّات. تعمل المفككات على تفكيك المادة الحيوانية والنباتية الميتة، وإعادة المعادن منها إلى التربة.

تُطلق الفطرّيات مواد كيميائية تفكك المادة النباتية والحيوانية إلى مواد أبسط.

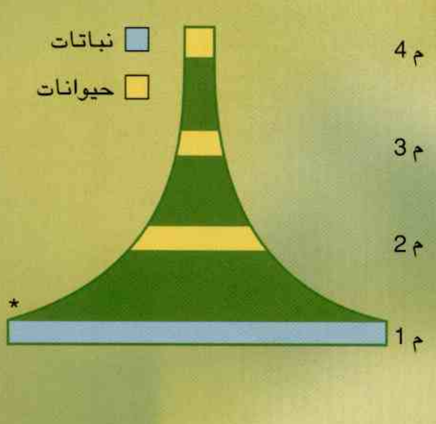
تحويل الطاقة

يستنفد جسم الحيوان معظم الطعام الذي يأكله، فيما يجري تخزين بعضه. وعند أكل هذا الحيوان، يكتسب المستهلك التالي الطاقة المخزَّنة فقط. نتيجة ذلك، يتوافر مقدار أقل من الطاقة في المرحلة التالية من السلسلة.

تأكل القواطير (التماسيح الأميركية) الحيوانات من كل المستويات في سلسلتها الغذائية للحصول على الطاقة التي تحتاج إليها.

يشتمل كل مستوى غذائي على عدد من المستهلكين أقل من المستوى الذي تحته. ويعود ذلك إلى أنه ينبغي على الحيوانات أكل المزيد من الطعام للحصول على الطاقة اللازمة لها. ويمكن عرض ذلك في **هرم الأرقام**.

هرم الأرقام

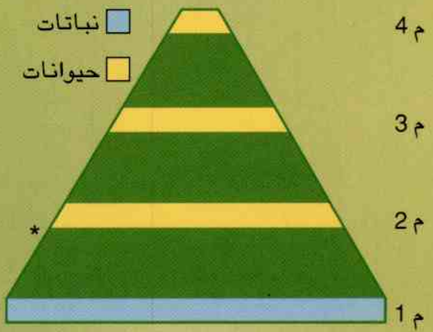


الكتلة الحيوية

الكتلة الحيوية هي الوزن المجتمع لكل الكائنات الحية في موطن معين. وتعتبرُ الكتلة الحيوية للنباتات أكبر بكثير من تلك العائدة لأيٍّ من الكائنات الحية الأخرى في المنطقة نفسها. وفي كل مستوى من السلسلة الغذائية، يكون عدد الكائنات الحية أقل مما هو في المستوى الأدنى، الذي له كتلة حيوية أصغر.

يمكن إظهار ذلك في رسم بياني اسمه **هرم الكتلة الحيوية**.

هرم الكتلة الحيوية



يعتبر المرج مثالاً على الموطن، ويمكن عرض كتلته الحيوية من خلال هرم شبيه بذاك المبين أعلاه. يمكن أن يصل مجموع الكتلة الحيوية للنباتات في المستوى الأول من المرج إلى عدة آلاف من الكيلوغرامات. وقد تعيش عدّة مئات كيلوغرامات من الحشرات في المستوى الثاني على هذه النباتات.

أما الثدييّات الصغيرة التي تعيش في المستوى الثالث، والتي تأكل النباتات والحشرات، فيبلغ مجموع كتلتها الحيوية نحو 150 كيلوغراماً. وللثعلب الواحد في المستوى الرابع، الذي يأكل الحيوانات الصغيرة، كتلة حيوية قدرها 5 كيلوغرامات تقريباً.

تحقّق بنفسك

حين تأكل في المرة التالية، فكر في المستوى الغذائي الذي تحتله. فإذا كنت تأكل الخضر مثلاً، تكون في المستوى الغذائي الثاني. وإذا كنت تأكل اللحم، تكون في مستوى غذائي أعلى.

الشبكات الغذائية

يطلق على مجموعة من السلاسل الغذائية المترابطة في ما بينها اسم **الشبكة الغذائية**. ومعظم السلاسل الغذائية مرتبطة ببعضها لأن عدداً ضئيلاً جداً من الحيوانات يقتات شيئاً واحداً فقط. فعلى سبيل المثال، تأكل معظم الحيوانات اللاحمة كل الحيوانات الصغيرة التي تستطيع العثور عليها. اما الحيوان العاشب فقد يأكل أنواعاً مختلفة من النباتات حسب الموسم.

الاتكال المتبادل هو وصف لعدد من الكائنات الحية التي تعتمد على بعضها البعض وعلى البيئة للبقاء على قيد الحياة، في شبكة غذائية مثلاً.

يسهل تعرض الشبكات الغذائية للضرر نتيجة البشر. ففي العام 1910 مثلاً، حاول القيّمون على محمية andGr on GameyCan حماية جماعة الأيايل من خلال قتل الحيوانات التي كانت تأكلها. هكذا، ازداد عدد الأيائل، لكن لم يعد هناك من طعام كافٍ لها جميعاً. وفي النهاية، مات العديد منها جوعاً.

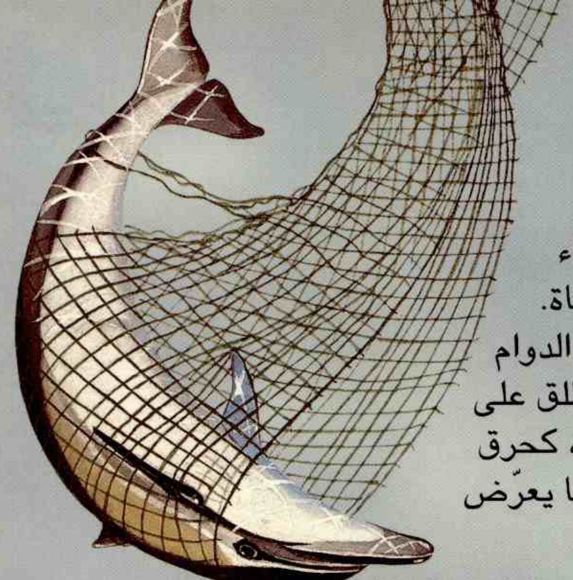
يمكن أن تصبح أعداد آكلات العشب، مثل هذه الأيايل، كبيرة جداً من دون وجود آكلات لحوم للحد منها.

شبكة غذائية لغابة مطيرة

ارتباطات الانترنت

- مقدمة بسيطة إلى السلاسل الغذائية. *www.kapili.com/biology4kids/eco/food.html*
- اعرف المزيد عن الكتلة الحيوية واستعمالاتها. *solstice.crest.org/renewables/re-kiosk/biomass/index.shtml*
- شرح مفصل للسلاسل الغذائية. *www.geog.ouc.bc.ca/physgeog/contents/4e.html*
- اختبار مثير يظهر دورة الطاقة في نظام بيئي. (بعد انتهاء الاختبار، إرمِ الأكياس المختومة بعيداً من دون فتحها). *www.fi.edu/tfi/units/life/habitat/habact4.html*
- اكتشف من يأكل من في النهر. *home.netcom.com/~cristi/food.htm*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".



يُقتل العديد من الدلافين والكائنات البحرية الأخرى عن غير قصد في شباك الصيد التجارية.

التوازن في الطبيعة

تعتمد الحيوانات والنباتات بعضها على بعض، وعلى الأجزاء اللاحيوية (غير الحية) من البيئة، للبقاء على قيد الحياة. وتتحرك المواد الأساسية، مثل الكربون والنتروجين والماء، على الدوام عبر النباتات والحيوانات، وكذلك عبر الأرض والبحر والهواء. يطلق على هذه التحرُّكات اسم **الدورات**. إلا أن العديد من النشاطات البشرية، كحرق الوقود، يؤثر على التوازن الدقيق بين الكائنات الحية وبيئتها، ما يعرّض حياتها للخطر.

دورة النتروجين

يُعاد إنتاج غاز **النتروجين** دوماً عبر العالم الحيّ. فالنباتات والحيوانات تحتاج إلى المواد المرتكزة على النتروجين لإنتاج مواد كيميائية اسمها **البروتينات** في أجسامها. تمتصّ النباتات النتروجين من التربة في شكل **نترات** وتستعمله لنموّها. وتحصل الحيوانات على النتروجين عبر أكل النباتات أو الحيوانات الآكلة للنبات.

حين تموت الكائنات الحية، تفكّكها الجراثيم والفطريّات ويعاد إطلاق النتروجين في التربة في شكل مادة كيميائية اسمها **الأمونيا**. تتولى جراثيم أخرى تحويل الأمونيا إلى نترات تمتصه نباتات جديدة. (لمزيد من المعلومات حول دورة النتروجين، انظر صفحة 64).

تدفُن هذه الخنافس كراتٍ من الروْث. وتتولى الجراثيم في التربة إطلاق النتروجين من الروْث عندما تفككه.

دورة الكربون

يعاد تدوير أشكال مختلفة من الكربون عبر العالم الحيّ. فالنباتات تمتص ثاني أكسيد الكربون من الهواء وتستخدمه، مع الماء وضوء الشمس، في صنع الطعام. تأكل الحيوانات النباتات وتفكك أجسامها المادة النباتية، وتستخدم الكربون للنمو والطاقة. (لمزيد من المعلومات حول دورة الكربون، انظر صفحة 52).

تمتص آكلات النبات، مثل الأبقار، الكربون من النبات. أما آكلات اللحوم فتحصل على الكربون من خلال التهام آكلات النبات.

تتولى تفاعلات كيميائية داخل الحيوانات والنباتات تحويل الطعام إلى طاقة، ويتم إنتاج ثاني أكسيد الكربون بمثابة فضلات. تطلق الحيوانات ثاني أكسيد الكربون في الهواء أثناء الزفير، فيما تطلقه النباتات خلال الليل حين لا تصنع الطعام. كذلك يعاد إطلاق ثاني أكسيد الكربون مجدداً في الهواء حين تتفكك المادة النباتية والحيوانية الميتة.

الدورة المائية

تجري المياه التي تهطل في شكل أمطار عبر الأنهر ومن ثم في البحر. ثم تتبخر وترتفع وتؤلف قطرات بالغة الصغر من الرطوبة في الهواء. تجتمع هذه القطرات في غيوم تهطل مجددا بمثابة مطر. بهذه الطريقة، يعاد تدوير الماء على الدوام بين الهواء والأرض. (لمزيد من المعلومات عن الدورة المائية، انظر صفحة 74).

الدورة المائية

*

كما تطلق النباتات والحيوانات الماء. فالحيوانات تفعل ذلك مثلاً أثناء الزفير.

تحقّق بنفسك

يمكنك مشاهدة الماء في الهواء الذي تزفره من خلال التنفس بعمقٍ على مرآة. فالرطوبة الساخنة في نفسك تبرد أثناء ملامستها سطح المرآة وتتحول إلى قطرات بالغة الصغر من الماء.

التلوّث

التلوّث هو ضرر يلحق عادة بالبيئة نتيجة النشاطات البشرية، مثل طمر النفايات. تُصرف فضلات المواد الكيميائية من المصانع إلى الأنهر والبحار، فيما تعمل أدخنة الوقود المحترق وعوادم السيارات على تلويث الهواء. وقد تصبح الحيوانات التي تعيش في بيئة شديدة التلوث عاجزة عن التوالد، أو أنها تمرض وتموت.

علق هذا الطائر البحريّ على شاطىء ملوّث بالنفط المتسرّب من ناقلة نفط معطلة. والمؤسف أن هذا النوع من التلوّث قادر على محو الحياة البحرية من رقعة معينة.

مواد كيميائية قاتلة

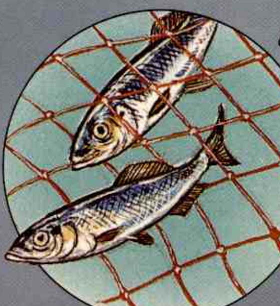
عند إطلاق مواد كيميائية خطرة في البيئة، تتعرض السلاسل الغذائية* غالباً للضرر. **مبيدات الحشرات** مثلاً هي سُموم مستخدمة لقتل الحشرات التي تؤذي المحاصيل. لكن هذه السموم تنتقل غالباً إلى كائنات أخرى صغيرة. وحين تأكل الحيوانات المفترسة هذه الحيوانات، تمتص السمّ هي أيضاً ويجري بالتالي تمريره إلى حيوانات في مستويات أعلى شأناً ضمن السلسلة الغذائية.

وقد حدث هذا الأمر على نطاق واسع في الخمسينيات والستينيات من القرن العشرين حين جرى استخدام مبيد للحشرات اسمه د. د. ت. (DDT) بكثرة. فقد دخلت هذه المادة إلى بعض السلاسل الغذائية، وأصبحت أكثر تركيزاً في كل مستوى. وفي النهاية، قتلت آلاف الطيور الجوارح الموجودة في أعلى هذه السلاسل.

حياة بحريّة مهدّدة

هناك العديد من أنواع السمك والمحار التي هي عرضة للخطر*، إذ يجري صيد الكثير منها لتوفير الطعام للبشر. ويعرف ذلك **بالصيد المفرط**. فالأسماك الباقية عاجزة عن إنتاج كمية كافية من الصغار للحلول مكان تلك التي جرى صيدها.

يَستخدم بعض الصيادين الآن شباكاً ذات ثقوب أكبر، ما يتيح للسمك الصغير الفرار والتوالد بحيث لا تتضاءل أعداده كثيراً.



يستطيع السمك الصغير الفرار من الشبكة التي لها ثقوب كبيرة.

يَرُشّ هذا المزارع محاصيله بمُبيدات الحشرات. تقتل المبيدات الحشرات المؤذية، لكنها قد تؤذي أيضاً العديد من الكائنات المفيدة التي تعيش في المكان نفسه.

ارتباطات الانترنت

- تعرّف إلى دور الديدان في إعادة التدوير. www.yucky.com/flash/worm/index.ssf?/recyclers/
- شاهد فيلماً عن الدورة المائية. www.brainpop.com/science/ecology/watercycle/index.weml
- خلاصة بسيطة عن الدورات الطبيعية. www.kapili.com/biology4kids/eco/cycle.html
- أخبار يومية عن المسائل البيئية. www.discovery.com/news/earthalert/earthalert.html
- شرح مفصل عن الدورة المائية. www.geog.ouc.bc.ca/physgeog/contents/8b.html
- موقع وب مسلٍّ عن البيئة. edugreen.teri.res.in/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*أنواع مهدّدة بالانقراض، 336؛ سلاسل غذائية، 332.

الحفاظ على البيئة

يواجه العديد من الأنواع الحيوانية خطر الانقراض الكامل. ويقال عنها إنها عرضة للانقراض. وهناك حيوانات يجري صيدها للحصول على أجزاء مفيدة من جسمها، كالفرو، لكن معظمها مهدد بالخطر نتيجة فقدان الموطن. يهدف **الحفاظ على الطبيعة** إلى حماية الحيوانات والاعتناء بالموارد الطبيعية للأرض لضمان مستقبل جميع الكائنات الحية.

واجهت حيوانات الكوالا فيما مضى خطر الانقراض، لكن جهود الحماية نجحت الآن في زيادة أعدادها.

أنواع مهدّدة بالزوال

منذ أن بدأت الحياة على وجه الأرض، اختفت أنواع عدّة نتيجة التغيرات الطبيعية في البيئة. يعرف ذلك **بالمعدّل الخلفي** للانقراض. وفي الآونة الأخيرة، أدّى النشاط البشري إلى زيادة هائلة في معدل الانقراض. لكن البشر يتّخذون الآن الخطوات اللازمة لحماية الأنواع الآيلة للاختفاء.

جرى حظر صيد النمور منذ العام 1970، لكن الصيّادين لا يزالون يقتلون النمور بصورة غير شرعية.

يقال عن الحيوان المعرّض لخطر الانقراض في البرية إنه نوع **مهدَّد بالانقراض**. وإذا كان من المرجّح أن يصبح أحد الأنواع مهددا بالانقراض في القريب العاجل، فيقال عنه إنه **مهدَد**. وفي العديد من البلدان، بات قتل الحيوانات المعرّضة للخطر أو المهدَّدة بالانقراض، أو أسرها أو بيعها، أمراً غير شرعي في الوقت الحاضر.

حماية الحيوانات

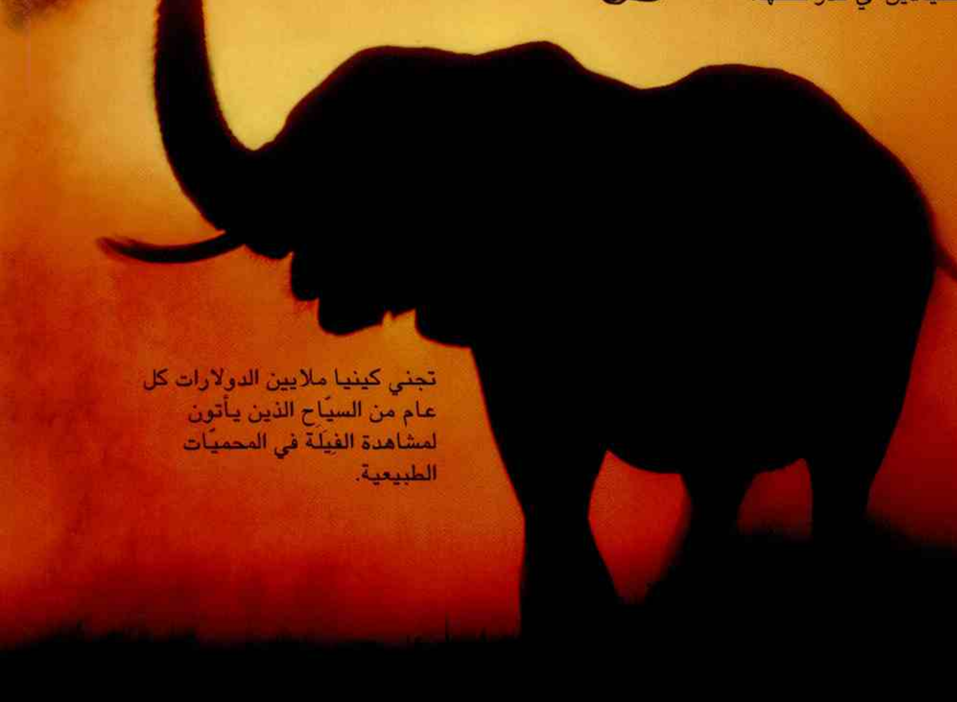
على رغم صدور العديد من القوانين لحماية الحيوانات، يصعب إجبار الناس على التقيّد بها. فعلى سبيل المثال، يعتبر صيد الفِيَلة ووحيد القرن أمراً غير شرعي، لكن الصيّادين لا يزالون يقتلونها للحصول على أنيابها وقرونها. وفي أفريقيا، بات العديد من حيوانات وحيد القرن والفيلة خاضعاً لحماية مشدّدة.

تم استئصال قرون وحيد القرن هذا. ففي بعض أنحاء أفريقيا، يحاول السكان إنقاذ حيوانات وحيد القرن من خلال استئصال قرونها بحيث لا يبقى أمام الصيادين أي عذر لقتلها.

المحميّات الطبيعية

للحِفاظ على الحياة البرية المهدَّدة بالخطر في العالم، تمّ تخصيص بعض المساحات بمثابة **محميّات طبيعية**، حيث تستطيع النباتات والحيوانات العيش بأمان.

عند الإمكان يُسمح للسيّاح بزيارة هذه المحميّات. وبوجود الرقابة الصحيحة، لا تشكل السياحة أي ضرر للحياة البريّة، لا بل إنها قد تكون مصدر تمويل ممتاز بالنسبة إلى البلدان الفقيرة.



تجني كينيا ملايين الدولارات كل عام من السيّاح الذين يأتون لمشاهدة الفِيَلة في المحميّات الطبيعية.

إنقاذ المواطن

تؤدي الأنظمة البيئية* الأساسية، مثل الحيود المرجانية والغابات المطيرة، دوراً أساسياً في دعم الحياة على الأرض. فالحيود المرجانية هي مواطن لأعداد هائلة من الكائنات الحية التي تعيد تدوير الأكسجين والمعادن عبر المحيطات. وتحاول عدة بلدان حماية حيودها. فعلى سبيل المثال، تملك أستراليا 2250 كيلومتراً من الحيود البحرية المحمية المعروفة بالمحمية البحرية للحاجز المرجاني العظيم ierGreat Barr karine PReef Mar.

تعيش عدة آلاف من الأنواع النباتية والحيوانية في الحيود المرجانية أو حولها. وعند تعرض الحيد للضرر أو التدمير، تتأثر كل هذه الكائنات الحية.

وتعتبر الغابات المطيرة أساسية لكل أنواع الحياة لأنها تعيد تدوير مقادير كبيرة من الكربون والنتروجين اللذين تحتاج إليهما النباتات والحيوانات للبقاء على قيد الحياة. وقد تعرضت مساحات شاسعة من الغابات المطيرة للتدمير، لكن البشر يعملون معاً للحفاظ على المناطق الباقية منها.

يعيش أكثر من نصف الأنواع النباتية والحيوانية في الأرض داخل الغابات المطيرة. وقد يموت عدد كبير منها إن لم تبذل جهود لحمايتها.

التوالد في الأسْر

أحياناً، يصبح أحد الأنواع نادراً جداً بحيث يكون انقراضه محتماً من دون مساعدة البشر. في مثل هذه الحالات، يحاول العلماء زيادة أعداد الحيوانات من خلال توالدها في الأسْر، كما في محميّة طبيعية أو في حديقة حيوان. وتعاد هذه الحيوانات أحياناً إلى البرية، لكن العديد منها يكون قد افتقد المهارات اللازمة للعيش.

باتت حيوانات الطمارين الذهبية نادرة، لكنها تتوالد بنجاح في الأسْر.

بعض الأنواع تكون بطيئة التوالد، أي إنها تنتج عدداً ضئيلاً جداً من الصغار خلال فترات طويلة. فحيوانات الباندا العملاقة، المهددة بالانقراض على نحو كبير، هي من الأنواع البطيئة التوالد. لقد ولد عدد ضئيل منها في الأسر، لكن الفرصة الأمثل لبقاء الباندا على قيد الحياة تتجلى في إنقاذ غابات الخيزران الطبيعية من الأذى في المستقبل.

لا تستطيع حيوانات الباندا العملاقة البقاء على قيد الحياة من دون توافر مورد جيد من الخيزران، إذ يشكل 99 في المئة من غذائها تقريباً.

مناطق خطرة

يتجلّى الخطر الأبرز بالنسبة إلى الحيوانات في فقدان الموْطن، لكنها تقتل أيضاً نتيجة التلوث والصيد. وهناك أيضاً بعض الأنواع المستوطنة، أي التي تتواجد فقط في مكان واحد. وبإمكان العلماء التعرّف إلى المساحات التي تحتوي على أعداد كبيرة من الأنواع المستوطنة، والمعروفة بالبقع الساخنة، وضمان حسن حمايتها.

يتعرض العديد من الطيور، ولاسيما البَبغاء والمقْو، للخطر نتيجة تجارة الحيوانات. كما يقتل بعضها للحصول على ريشها اللافت للنظر. وقد أدى ذلك، بالتزامن مع فقدان الموطن، إلى تعرض ثلث أنواع البَبغاء لخطر الانقراض في البرية. إلا أنه يمكن زيادة أعداد تلك الطيور من خلال التوالد في الأسر.

تعتبر طيور المَقْو الياقوتيّة قيّمة جداً كحيوانات منزلية بسبب مظهرها اللافت للنظر. وباتت الآن أحد أنواع المقو الأكثر ندرة.

ارتباطات الانترنت

- نقطة انطلاق جيدة للتعرف إلى الأنواع المهددة بالانقراض ومجموعات العمل.
  eelink.net/EndSpp/endangeredspecies-mainpage.html
- مصدر ممتاز للمعلومات حول حماية البيئة ومسائل ذات صلة.
  www.bagheera.com/inthewild
- موقع لحماية البيئة مخصص فقط للأولاد، مع حقائق عن الحيوانات وأخبار عن الحياة الفطرية وألعاب.
  www.kidsgowild.com
- موقع وب لصندوق النقد العالمي للطبيعة. انقر على actsheets""Endangered Species F للانطلاق.
  www.worldwildlife.org/fun/kids.cfm
- انقر على "Tropical Oceans" للتعرف إلى الحيود المرجانية، بما في ذلك المخاطر التي تواجهها.
  mbgnet.mobot.org/salt/index.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

*نظام بيئي، 330.

التطوّر

يعتقد معظم العلماء أن الحياة بدأت على الأرض بكائنات بسيطة جداً ثم تطورت تدريجياً، عبر سلسلة طويلة من التغيّرات. يطلق على هذه الفكرة اسم **نظرية التطوّر**. ويحاول العلماء شرح كيفية تغيّر الكائنات الحية مع الوقت وأسباب ذلك من خلال دراسة الكائنات الحالية وبقايا ما قبل التاريخ.

أتاحت الأحافير، مثل هذه الصدفة العمّونية، للعلماء معرفة المزيد عن الحياة القديمة.

التطوُّر

يقول معظم العلماء إن أولى الكائنات الحية البالغة الصغر في الأرض هي الجراثيم*، وقد وجدت للمرة الأولى قبل نحو 3500 مليون سنة. ويعتقدون أن الكائنات الحية تطورت على مدى عدة ملايين من السنين لتصبح الحيوانات الأولى، كما هو مبين هنا.

تطوُّر مجموعات الحيوان الأساسية

قبل 500 مليون سنة نشأت أولى الأسماك، مع جلد سميك ومن دون فكين. وبعد 150 مليون عام تقريبا، نشأت الأسماك العظمية والغضروفية*.

ساكامباسبيس

قبل 410 ملايين سنة ظهرت أولى الحشرات المفتقدة إلى الأجنحة. وبعد 110 ملايين عام تقريبا، نشأت الحشرات ذات الأجنحة.

ميغانورا

قبل 350 مليون سنة بدأت بعض الكائنات التي تعيش في المياه بتنفس الهواء، وأصبحت أولى البرمائيات*.

السمكيّات السقفيّة

قبل 300 مليون سنة ظهرت أولى الزواحف. نشأت الدينوصورات قبل 200 مليون عام تقريبا، وعاشت طوال 135 مليون عام قبل ان تنقرض بسرعة.

ديميترودون

قبل 200 مليون سنة ظهرت أولى الثديّيات الصغيرة. وبعد انقراض الدينوصورات، بدأت الثدييات الكبيرة بالنشوء.

ميغازوسترودون

قبل 150 مليون سنة نشأت أولى الطيور من أنواع صغيرة من الدينوصورات.

المجنّح القديم

الأحافير

حين يموت نبات أو حيوان، يتحلّل جسمه، لكن الأجزاء الصلبة، مثل الهيكل العظمي، قد تبقى محفوظة في الرمل والوحل. وعلى مرّ ملايين السنين، يتراكم الرمل والوحل في طبقات، تتحول في النهاية إلى صخر يشتمل في داخله على البقايا المحفوظة للنبات أو الحيوان، التي تعرف باسم **الأحافير**.

كيف يتكوّن الأحفور *

يتحلّل لحم الحيوان

تغطّي طبقات من الرمل والوحل الهيكل العظمي وتتحول إلى صخر يحوي بداخله شكل الهيكل.

تحقّق بنفسك

تستطيع المتاحف غالباً توفير معلومات مهمة عن الأحافير والدينوصورات. يمكنك زيارة المتحف المحلي ومعرفة ما إذا كان يشتمل على مجموعة أحافير او معرض للدينوصورات.

*أسماك غضروفية، 301؛ برمائيات، 315؛ جراثيم، 341.

الانقراض الجماعي

يقول العديد من العلماء إن تاريخ الأرض شهد خمسة أحداث ماتت خلالها أعداد هائلة من الكائنات الحية دفعة واحدة. ويطلقون على مثل هذا الحدث اسم **الانقراض الجماعي**. يحدث ذلك عادة نتيجة تغيُّرات جذرية ومفاجئة في مناخ الأرض، لايستطيع العديد من الكائنات التكيُّف معها وينقرض بالتالي.

يحتمل أن تكون الديناصورات قد انقرضت من الأرض نتيجة تغيُّر في المناخ نجم عن ارتطام نيزك بالأرض.

لم تعشْ الزواحف الكبيرة، مثل هذا الدينونيخوس، أكثر من 65 مليون سنة على الأرض.

الانتقاء الطبيعي

في الخمسينيات من القرن التاسع عشر، وضع عالم بريطاني اسمه تشارلز داروين **نظرية الانتقاء الطبيعي** لشرح كيفية حدوث التطوّر. فقد قال إن الكائنات الفردية التي لها مزايا تساعدها على البقاء في البيئة تميل إلى العيش أطول وتنقل هذه المزايا المفيدة إلى نسلها.

بهذه الطريقة، وعلى مدى فترة طويلة جداً من الزمن، سوف يملك معظم أفرادِ نوع معين المزايا المفيدة ويكون قادراً على التلاؤم تماماً مع البيئة التي يعيش فيها.

والمزايا التي توفِّر الحماية تزيد من فرص بقاء الحيوان على قيد الحياة، ويزداد بالتالي احتمال تمريرها من جيل إلى آخر. هذا ما يعرف **بالتكيّف الوقائي**.

ثمة مثال على ذلك هو الأنماط في جسم الحيوان التي تتيح له البقاء مختبئاً من الأعداء. ويعرف ذلك **بالتمويه**.

عثّ متبَل (النوع الداكن)

ثمة نوع من العث، اسمه العث المتبّل، يستخدم غالباً كمثال على كيفية حدوث الانتقاء الطبيعي. فخلال القرن التاسع عشر، غطى السواد العديدَ من الأشجار التي يعيش عليها العث المتبّل بسبب سُخام المصانع.

يرتاح العثّ الداكن والشاحب على حد سواء على جذع شجرة مغطى بالسخام.

كانت الطيور ترى العثّ ذا الأجنِحة الباهتة وتأكله، فيما نجح العثّ ذو الأجنحة الداكنة في البقاء والتوالد وتزايدت أعداده. إلا أن التلوّث الناجم عن السُخامِ تضاءل الآن وعادت أعداد العثّ ذي الأجنحة الباهتة تزداد مجدداً.

عث متبل (النوع الشاحب)

ارتباطات الانترنت

- مصدر قيّم للمعلومات حول أنواع الدينوصورات، ونشوئها وانقراضها.
  www.enchantedlearning.com/subjects/dinosaurs/index.html
- موقع وب لمسلسل "Walking with Dinosaurs" الخاص بشبكة BBC مع حقائق وألعاب وأمور أخرى.
  www.bbc.co.uk/dinosaurs/
- جدول زمني مفصل يشرح كيف نشأت الأرض على الأرجح.
  www.ucmp.berkeley.edu/help/timeform.html
- موقع ممتاز حول الدينوصورات مع الكثير من الأمور الممكن إنجازها.
  www.discovery.com/exp/fossilzone/fossilzone.html
- اقرأ كل شيء عن تطور الحصان.
  www.flmnh.ufl.edu/natsci/vertpaleo/fhc/firstcm.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

التصنيف

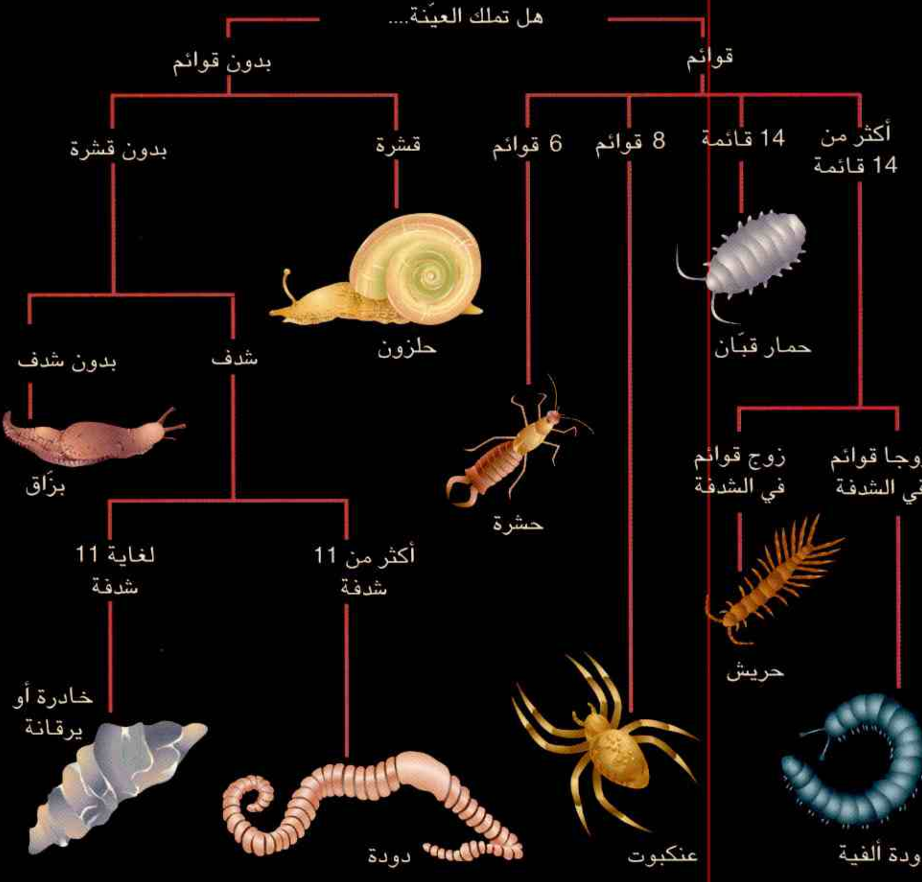
لتسهيل دراسة الكائنات الحية، يُنظِّمها العلماء في مجموعات لها سمات مماثلة. إن تنظيم الكائنات في مجموعات يمكن توزيعها بدورها إلى مجموعات أصغر حجماً عملية تسمى **التصنيف**. فعلى سبيل المثال، ينتمي الفيل والفأرة إلى مجموعة الثدييّات، إذ يملك كلاهما الشعر ويدرَّان الحليب لصغارهما. لكنهما ينتميان إلى مجموعات فرعية مختلفة ضمن مجموعة الثدييّات.

يبدو الفيل والفأرة مختلفين، رغم أنهما ينتميان معاً إلى مجموعة الثدييّات.

مفاتيح الرموز البيولوجية

يصنِّف العلماء الكائنَ الحي من خلال تحديد سماته الأساسية وكيفية اختلافها عن سمات نوع مشابه. وتعرف الطريقة المستخدمة باسم **مفتاح الرموز البيولوجي**. يتم تصنيف مفتاح الرموز البيولوجي النموذجي إلى فروع، كما هو مبين في المثل أدناه. وفي كل فرع يسأل العالِم: هل تملك العيِّنة...؟ وفي كل مرة، يتوافر خيار بين سمتين أو أكثر. يقود كل جواب إلى مجموعة أخرى من الخيارات إلى أن يتم تحديد نوع الكائن الحي.

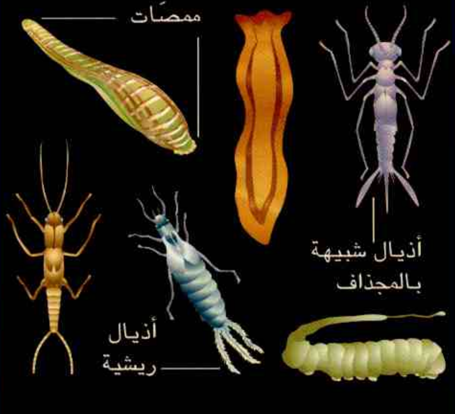
ترميز متفرّع



تحقّق بنفسك

يطلق على مفتاح الرموز الذي تحصل فيه على خيار ذي بيانين فقط اسم **الترميز الثنائي التفرّع**. حاول تعيين الكائنات الستة المبيَّنة أدناه باستعمال مفتاح الرموز الموجود في أسفل هذه الخانة.

أنظر إلى كلٍ كائن بدوره وتمعَّن في المفتاح الثنائي التفرع لاختيار بيان واحد من كل زوج باتباع التعليمات.



ترميز ثنائي التفرّع

1. ست قوائم متمفصلة	توجَّه إلى 4
بدون قوائم	توجَّه إلى 2
2. جسم مشدف	توجَّه إلى 3
جسم بدون شدف	دودة مسطحة
3. ممصّات في الجهتين الأمامية والخلفية	علقة
بدون ممصات	يرقانة الذبابة الحوّامة
4. ذيلان	حوراء الذبابة الحجرية
ثلاثة أذيال	توجَّه إلى 5
5. أذيال شبيهة بالمجذاف	حوراء الذبابة الآنسة
أذيال ريشية	حوراء ذبابة نوّار

العوالم الخمسة

يُطلق على المجموعات الكبرى التي يمكن تصنيف الكائنات الحية فيها اسم **العوالم**.

يوزِّع العلماء حالياً الكائنات الحية إلى خمسة عوالم رئيسية هي: النباتات، والفطريّات، والحيوانات، والأوليّات والفُراديات. ويطلق على هذه الطريقة في تصنيف الكائنات اسم علم **التصنيف التقليدي**.

إلا أن الفيروسات لا تنتمي إلى علم تصنيف الأحياء التقليدي. فرغم أنها تستطيع النموّ والتوالد، لا تستطيع العيش إلا ضمن خلايا الكائنات الحية.

العوالم الخمسة للكائنات الحية

النباتات

كائنات حية، كالأشجار والعشب والأزهار، تنتج طعامها بنفسها باستعمال ضوء الشمس.

ونكة وردية

الفطريّات

كائنات شبيهة بالنباتات لكنها لا تستطيع إعداد غذائها بنفسها. فبدل ذلك، يعتاش معظمها على النباتات والحيوانات الميتة. تعتبر الخميرة والغاريقون من الأمثلة على الفطريات.

غاريقون

الحيوانات

كائنات لها أكثر من خلية واحدة، تستطيع التحَرك عادة وتأكل النباتات أو الحيوانات الأخرى بمثابة طعام. تعتبر الأسماك والطيور أمثلة على الحيوانات.

اللبروس

الأوّليات

كائنات أحادية الخلية، مثل الأوّليات السّوطية، تتشارك ببعض المزايا مع النباتات والحيوانات على حد سواء.

أوّلي سوطي

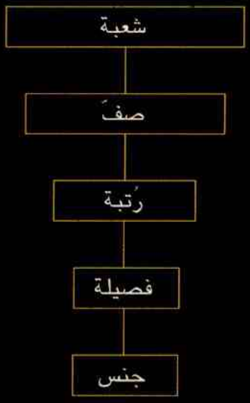
الفُراديات

كائنات مجهرية، كالجراثيم، لا تحتوي على نواة* في خلاياها.

جرثومة السلمونيلا (بعد تكبيرها آلاف المرات)

تقسيم العوالم

يُمكن تقسيم كل عالَم إلى مستويات اسمها **مراتب التصنيف الأحيائي** أو **الأصناف**. يطلق عِلى المرتبة الأولى اسم **الشعبة**. تتوزع كل شعبة إلى مجموعات اسمها **الصفوف**. تتوزع الصفوف بدورها إلى **رُتب**، ثمّ إلى **فصائل** وبعدها إلى **أجناس**.



يحتوي كل جنس على عدد من **الأنواع** التي هي مجموعات فردية من الحيوانات تكون متشابهة لدرجة كافية للتوالد مع بعضها. وتشاهد في الصفحة التالية كيف يمكن تتّبع نوع معين من شعبة. وفي بعض الحالات، توجد أيضاً مجموعات متوسّطة، مثل **العوالم الفرعية والشعب الفرعية**.

بعض الشعب لا يمكن تقسيمه بهذه الطريقة، إذ يحتوي عدداً ضئيلاً جداً من الأعضاء. لذلك، فقد تكون المجموعة التالية بعد الشعبة رتبة أو فصيلة أو جنساً أو حتى نوعاً.

ارتباطات الانترنت

- مقدمة ممتعة للعوالم الخمسة في التصنيف، مع فيلم واختبار بسيط.
  www.brainpop.com/science/plantsandanimals/fivekingdoms/index.weml
- أكتب اسم أي حيوان في محرّك بحث هذا الموقع للتعرف إليه.
  animaldiversity.ummz.umich.edu
- لمحة مفيدة عن العوالم الخمسة.
  vilenski.com/science/safari/menu/menu.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

*نواة، 298.

عالم الحيوان

يحتوي عالم الحيوان على عدد من الشعب، تم عرض الشعب الثمانية الأساسية منها أدناه. يمكن تقسيم هذه الشعب أيضاً إلى صفوف، ورُتب وفصائل وأجناس وأنواع (راجع الصفحة السابقة). تشاهد فيما يلي كيف يمكن تتبُّع أثر نوع واحد، مثل ذئب الغابات، من إحدى الشعب. انتبه إلى أن كل خطوة نحو الأسفل تصبح أكثر تحديداً وتشتمل على عدد أقل من الحيوانات من تلك التي قبلها.

الشعَب

الحلَقيات
شبيهة بالديدان، مع أجسام مشدفة دائرية.

الديدان المسطّحة
شبيهة بالديدان، مع أجسام مسطحة غير مشدفة.

المِفصَليّات
أجسام مشدفة، وأطراف متمفصلة، وهياكل خارجية صلبة*.

الخيطيّات
شبيهة بالديدان، من دون شدف.

الحبليّات
يكون الجسم مدعوماً بحبل صلب اسمه **الحبل الظهري**.

القُنْفُذيّات
جلد شائك، وأقدام ماصّة، وجسم خماسي الأشعة.

الرخْويّات
كائنات طرية الأجسام. يملك معظمها قواقع.

اللّاسعات
تعيش في الماء، ولها جسم شبيه بالكيس ذو فتحة واحدة.

الصفوف

الأسماك
حيوانات تعيش في الماء، لها جراشف وزعانف، وتتنفس بواسطة الخياشيم.

الزواحف
حيوانات مُحَرْشَفة باردة الدم تضع البيض.

الثدييّات
حيوانات ذات دم حار ترضِع الحليب لصغارها.

البرمائيّات
حيوانات ذات دم بارد وطرية الجلد تعيش على اليابسة وفي الماء.

الطيور
حيوانات ذات دم حار تضع البيوض، لها ريش وأجنحة.

(أخرى)

الرُتَب

الرئيسات
السعادين والقرود والكائنات المشابهة التي لها يدَيْن ورِجلَيْن للإمساك.

اللواحم
حيوانات آكلة للحوم، مثل الأُسود والثعالب.

القوارض
ثديّياتٌ لها أسنان أمامية طويلة للقضم، مثل الجرذان والسناجب.

(أخرى)

الفصائل

السنّوريّات
كل أنواع الهررة والثدييات الشبيهة بالهررة.

الكلَبيّات
كل أنواع الكلاب والثدييات الشبيهة بالكلاب.

(اخرى)

الأجناس

الكلاب Canis
كل أنواع الكلاب والذئاب وابن آوى.

الثعالب
كل أنواع الثعالب.

(أخرى)

الأنواع

ذئب الغابات

القَيُوط

(أخرى)

*هيكل خارجي، 301.

تسمية الأشياء

يُطلق على الكائنات الحية عُموماً اسمٌ واحد شائع أو أكثر واسم بيولوجي. **الاسم الشائع** هو الاسم الذي يستخدمه معظم الأشخاص، مثل البُومة المسمرّة أو السنجاب الأحمر. لكن الاسم **البيولوجي** ضروري لأن الحيوان قد يحمل عدة أسماء شائعة، بحيث يستخدم كل منها في منطقة مختلفة. وتكون الأسماء البيولوجية باللغة اللاتينية عادة بحيث يستطيع العلماء التعرّف إليها في شتى أنحاء العالم.

هذه الفراشات نادرة جداً بحيث لا تحمل أسماء شائعة، وإنما فقط أسماء بيولوجية.

يتم تركيب الاسم البيولوجي باستعمال **نظام التسمية الثنائية** ومعنى ذلك أنه يتألف من جزئين. يرتكز الجزء الأول، وهو **الاسم الجنيسي**، على جنس الكائن، فيما يتولى الجزء الثاني، وهو **اللقب النوعي**، تعريف نوعه.

وفي العديد من الحالات، يُشير الاسم البيولوجي إلى مظهر الحيوان أو موطنه أو خواص جسمه. فالاسم البيولوجي للزرافة مثلاً هو *Giraffa camelopardalis*. وتعني كلمة *Giraffa* الرشيق الخطوة، وتعني كلمة *camel* الشبيه بالجمل، فيما تعني كلمة *pardalis* مرقط مثل الفهد. يتضح إذاً أن الزرافة حيوان رشيق الخطوة، شبيه بالجمل وله جسم مرقط مثل الفهد.

الأنواع الفرعية

في بعض الحالات، تتوافر أيضاً **أنواع فرعية** لها جزء ثالث في اسمها البيولوجي. يمكن أن يشير هذا الجزء الثالث إلى المنطقة التي يوجد فيها النوع الفرعي، أو إلى خاصية معينة.

اسم هذا النمر هو *is suma-ra tigantherP aetr*. ويوضح الجزء الثالث من اسمه أنه نوع فرعي من سومطرة.

يشير الاسم البيولوجي للحيوان إلى ميزة جسدية معينة في أغلب الأحيان. فعلى سبيل المثال، يرتكز اسم *Giraffa* على كلمة عربية تعني الظريف أو الرشيق الخطوة.

مجموعات غير رسمية

يُمكن جمع أنواعٍ مختلفة تتشارك في بعض أشكال أسلوب العيش مع بعضها في مجموعات غير رسمية، باستعمال مصطلحات تصف أسلوب العيش. فالحيوانات الاجتماعية* والليلية* هما من الأمثلة على ذلك، وفيما يلي أمثلة أخرى.

يطلق على الحيوان أو النبات الذي يعيش على كائن آخر ويقتات منه (اسمه **العائل**) اسم **الطفيلي**. وهناك بعض الطفيليّات المؤذية لعوائلها.

البُرغوث طفيليٌ شائع يقتات من دم عائله.

أما **الحيوانات التبادلية المنفعة** فهي حيوانات أو نباتات تعيش مع بعضها في حالة معينة بحيث يكسب الطرفان. فعلى سبيل المثال، ثمة طيور اسمها نقّارات الثيران تأكل الطفيليّات التي تعيش في جلود الحيوانات الكبيرة، مثل الجاموس والحمار الوحشي. هكذا، تستفيد الحيوانات بدورها من استئصال الطفيليات المؤذية.

ويقال عن النوعين اللذين تجمعهما علاقة بحيث يكسب أحدهما من دون التأثير في الآخر إنهما مؤاكلان. ففئران المنزل مثلاً تعيش حيث يقطن البشر وتأكل من فضلاتهم.

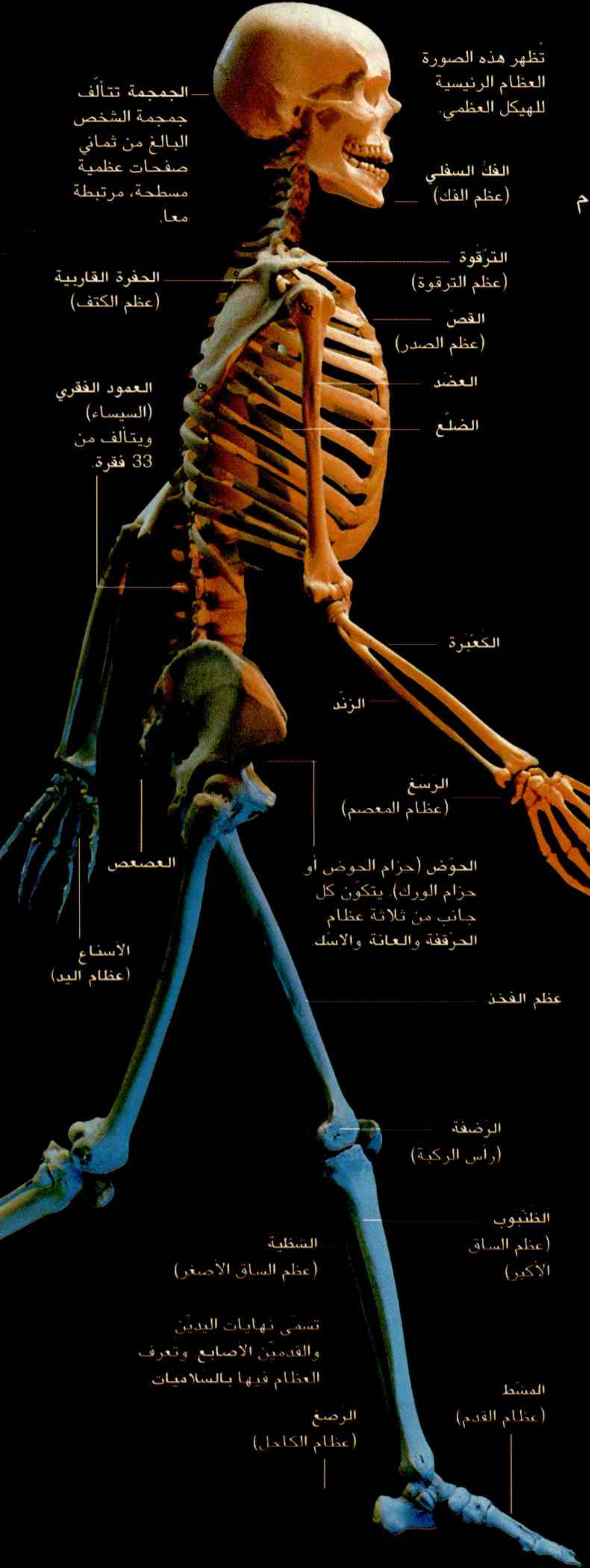
ارتباطات الانترنت

- خلاصة مفيدة عن الشعب التي تؤلف عالم الحيوان. www.seaworld.org/DiversityofLife/animalia.html
- معلومات مفصلة حول التصنيف، مع وصلات وب مفيدة. توجه إلى "Classified!" لإنجاز تمرين في التصنيف. www.fi.edu/tfi/units/life/classify/classify.html
- انقر على "Mammal Classification" للحصول على صور وشروحات بشأن رتب الثدييات وأنواعها. www.allaboutmammals.com/subjects/mammals
- معلومات حول تسمية الحشرات وتصنيفها، مع صور مذهلة. www.insects.org/entophiles/index.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*حيوانات اجتماعية، 319؛ حيوانات ليلية، 321.

جسم
الإنسان



الهيكل العظمي

الهيكل العظمي هو مجموعة العظام التي تدعم الجسم وتعطيه شكله. وهو يحمي الأقسام الحسَّاسة، كالقلب، ويوفر سطوحاً صلبة تستند إليها العضلات، الأمر الذي يمنحنا القدرة على الحركة.

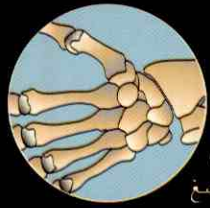
أنواع العظام

تقسم العظام في الجسم، بحسب أشكالها، إلى أربعة أنواع رئيسية.

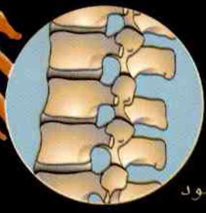
العظام المسطحة (مثل عظم الكتفين والأضلاع) وهي تؤمّن الحماية وتوفر سطوحاً تمكن العضلات من الارتباط بها.

أضلاع

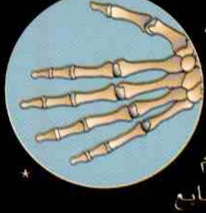
العظام القصيرة وهي عظام نرديّة الشكل، يتساوى طولها مع عرضها تقريباً. وعظام المعصم والكاحل هي عظام قصيرة.


عظام الرسغ

العظام غير المنتظمة وهي عظام ذات أشكال معقدة لا تدخل في أيٍّ من المجموعات الأخرى. والعظام المكوِّنة للعمود الفقري هي عظام غير منتظمة.


العمود الفقري

العظام الطويلة وطولها أكبر من عرضها، ولها تقوس خفيف يمنحها قوة أكبر. وعظام الأصابع هي من العظام الطويلة.

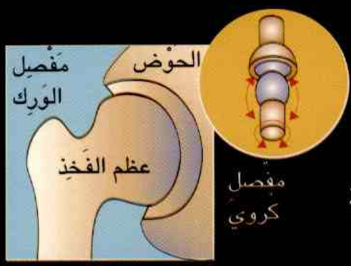

عظام الأصابع

أقسام الهيكل العظمي

يمكن تقسيم الهيكل العظمي إلى قسمين. **الهيكل المحوري** (المبيَّن بالأصفر) ويكوِّن عظام الجمجمة والعمود الفقري والقفص الصدري. وتقع جميعها على خط وهمي موجود أسفل منتصف الجسم أو قربه. و**هيكل الأطراف** (المبيَّن بالأحمر) ويشمل العظام الموجودة على جانبي هذا الخط، أي عظام الذراعين والساقين والكتفين والحوض.

أنواع المفاصِل

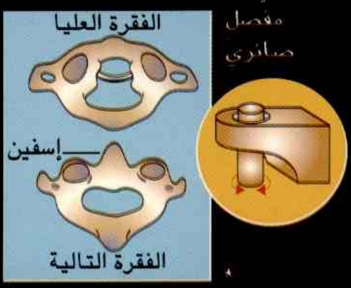
المفاصل هي مواضع التقاء العظام. بعضها ثابت، كتلك الموجودة بين عظام الجمجمة، إلاّ أن معظمها قابلٌ للحركة. ونجد أدناه سردا لأشهر أنواع المفاصل التي تتحرّك بسهولة، والتي تدعى **المفاصل الزّليليّة** بسبب احتوائها على سائل مُزلق يسمّى **السائل الزّليليّ**.



مفصل الورك هو **مفْصل كروي** يتكوّن من نهاية عظميّة كروية تملأ تجويفا ثابتا يشبه القلنسوة، ما يُسهّل حركة الساق التراوحيّة في عدة اتجاهات.

يعمل مفْصل الركبة كالبكرة، بحيث يستطيع الانسان ثنْي ساقه في اتجاهيْن متعاكسين، للأسفل والأعلى مثلاً. يُدعى هذا النوع من المفاصل **المفْصل البكريّ**.

مفاصل المعْصم هي **مفاصل انْزلاقيّة**. وتكون السطوح المتلامسة فيها مسطحة بحيث تستطيع العظام التحرّك من جانب إلى آخر، ومن الأمام إلى الخلف.



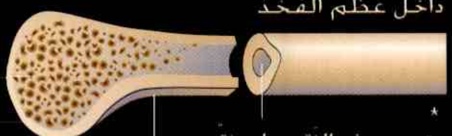
يُتيح **المفْصل الصائريّ** الموجود في الفقرتيْن العلويتيْن إدارة الرأس من جانب إلى آخر، حيث تدور النهاية الكروية لأحد العظميْن داخل تجويف موجود في العظم الآخر.

الهياكل العظمية عند الأطفال

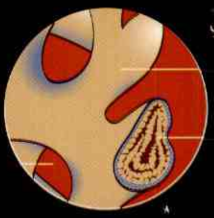
يتكوّن الهيكل العظمي للطفل الحديث الولادة من أكثر من 300 جزء، معظمها غير مكون من العظم، بل من مادّة مرنة متينة تدعى **الغضروف**. ومع مرور الوقت، تتحوّل هذه المادة ببطء إلى عظم، في عملية تسمّى **التعظم** (تكوّن العظم) وأثناء نمو الطفل، يتّحد بعض من هذه العظام معا ليؤلف عظاما أكبر. وعند بلوغ الطفل، يستقر هيكله العظمي على 206 عظمات فقط.

في داخل العظم

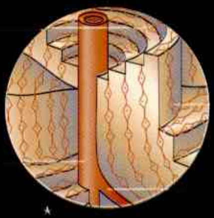
تغطّي العظام طبقةٌ نسيجية رقيقة تدعى **السمّحاق**، تحوي خلايا النمو والترميم. وفي داخل هذه الطبقة، يتكوّن العظم من أوعية دموية وأعصاب وخلايا عظمية حيّة تدعى **الخلايا العظميّة**، مجموعة كلها في هيكل مكوّن من مادة قاسية غير حيّة تحوي الكالسيوم والفسفور.



العظم الاسفنجي هو شبكة أغصان تسمّى **الترابيق**، تفصل بينها فراغاتٍ كبيرة. يوجد هذا النسيج المتين والخفيف في العظام المسطحة وفي نهايات العظام الطويلة.



العظم المكّتنز يتكون من طبقات دائرية كثيفة من العظم تدعى **الصفاحات**. يُشكل العظم المكتنز الطبقة الخارجية لكل العظام.



ارتباطات الانترنت

- انقر على «Bone» للحصول على معلومات مفصّلة معروضة بطريقة مسلّية.
  www.kidshealth.org/kid/body/mybody_SW.html
- انقر على الجمجمة للحصول على منظر مفصّل للهيكل العظمي.
  www.innerbody.com/body.html
- شاهد فيلماً قصيراً، واختبر ذاتك واكتشف لماذا العظام قوية جداً.
  www.brainpop.com/health/skeletal/skeleton/index.weml
- انقر على «e Usms LikAr» لفهم المزيد عن المفاصل.
  www.thetech.org/exhibits_events/online/robots/overview/
- اكتشف الكثير عن عظام القدم وكيف تؤثّر على الأداء الرياضي.
  www.exploratorium.edu/sports/remarkable_feets/index.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks"

العَضَلات

العضلات هي مساحات من النسيج المطَّاط توجد في كل أنحاء الجسم، وهي مسؤولة عن الحركة. تسمَّى العضلات التي يمكن التحكُّم فيها، مثل العضلات الرافعة للذراع، **العضلات الإرادية**. أما العضلات التي تعمل تلقائياً، مثل عضلة القلب، فهي **عضلات لاإرادية**. وهناك ثلاثة أنواع من العضلات هي: العضلات الهيكليَّة والقلبيَّة والحشَويَّة.

تُبيِّن هذه الصورة العضلات الهيكليَّة الرئيسية.

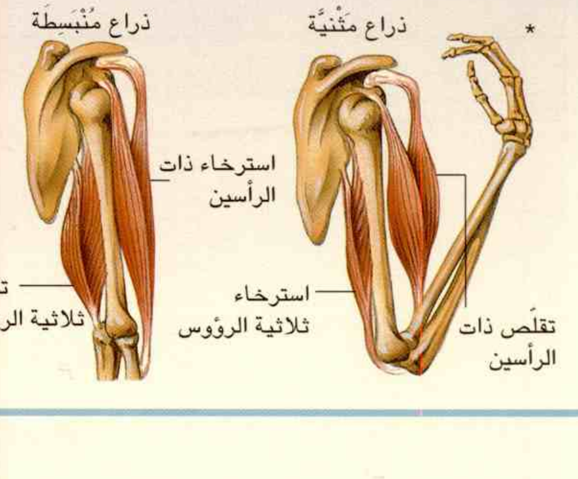
العضلات الهَيْكليَّة

يضمّ جسم الإنسان حوالي 640 **عضلة هيكليَّة**. وهي عضلات إراديَّة ترتبط بالهيكل العظمي بواسطة أربطة نسيجيَّة متينة تدعى **الأَوْتار**. وترتبط بعض العضلات الهيكلية بالجلد. والعضلات الموجودة في الوجه مثلاً هي عضلات هيكليَّة تسمح لنا بتكوين تعابير مختلفة.

عندما تتقلَّص العضلة، تَقْصُر وتَشُدّ، جاذبة معها العظم (أو الجلد). إلا أن هذه العضلات لا يمكنها التمدّد ثانية، لذلك فهي بحاجة إلى عضلة أخرى تعيدها إلى موضعها الأصلي. تسمَّى العضلة التي تتقلَّص **العضلة الشَّادَّة**، وتسمى العضلة التي ترتخي **العضلة الضَادَّة** أو **المُناهِضَة**. وتعرف الأزواج العضلية التي تعمل بهذه الطريقة **بالأزواج الضَادَّة**.

تحقّق بنفسك

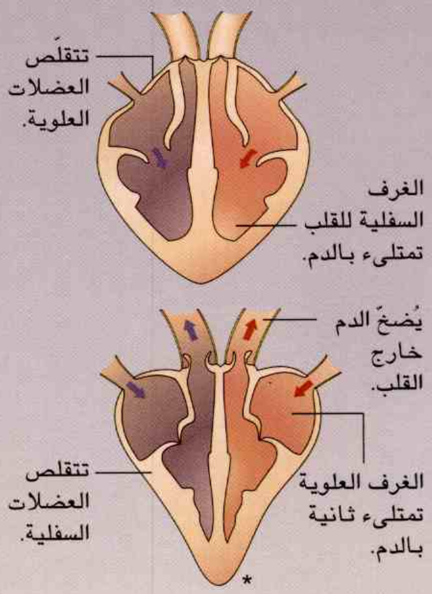
إن العضلة ذات الرأسَيْن والعضلة ثلاثيَّة الرؤوس في الذراع هما زوْجان متضادّان. ضع يدَك بلطف حول عضدك أثناء ثَنْيِ الذراع وبَسْطِها. يمكنك أن تشعر بفعل العضلة ذات الرأسين والعضلة ثلاثية الرؤوس كزَوْجَيْن – العضلة الأولى تشدّ والعضلة الثانية تَرْخي.



العَضَلات القلبيّة

تشكِّل **العضلات القلبية** القلب بمجمله. وهي عضلات لا إرادية لا تتعب أبداً، وتتكوّن من مجموعتَيْن منفصلتين. تتقلص المجموعة الأولى، فتمتلىء الغُرَف السفلية للقلب بالدم، ثم تتقلص المجموعة السفلية ضاغطة الدم إلى الشرايين*.

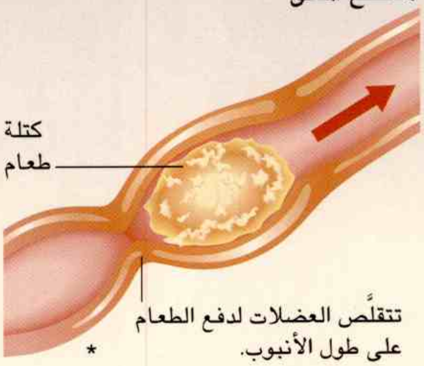
كيف تعمل عضلات القلب



العَضَلات الحَشَويّة

توجد **العَضَلات الحشَويّة** في جدران الكثير من الأعضاء داخل الجسم. وهي عضلات لا إرادية تتقلص ببطء وبصورة نظْميَّة من غير أن تصاب بالكلَل، الأمر الذي يمكنها، مثلاً، من نقل الطعام عبر الجهاز الهضمي*.

مقطع المعى



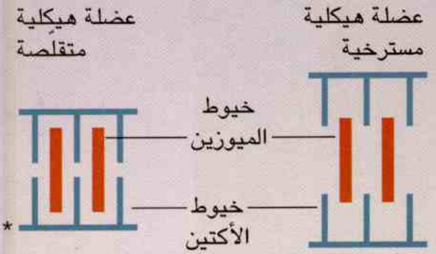
*جهاز هضمي، 354؛ شرايين، 351.

النَّسِيج العَضَلي

تتكوَّن العضلات الهيكلية من نسيج **عضلي مُخطَّط أو مُقلَّم**. ويتألف هذا النسيج من خلايا طويلة وعصوية الشكل تسمّى **الألياف العضلية**.

تتجمَّع الألياف العضلية في رُزَم تسمى **الحزَم**. يتكوَّن كلُّ ليف من حبال تسمّى **اللُيَيْفَات العضليَّة**. وتحتوي هذه الليفات على خيوط متشابكة ثخينة ورفيعة تدعى **الخيوط العَضَلية**. تتكوَّن **الخيوط العضلية الثخينة** من نوع من البروتين يسمّى **الميوزين**، أما الخيوط الرفيعة فتتكوَّن من بروتين آخر يدعى **الأكتين**.

عندما تتقلَّص العضلة، تنزلق خيوطها بعضها بمحاذاة بعض، ما يجعل العضلة أقصر وأثخن.



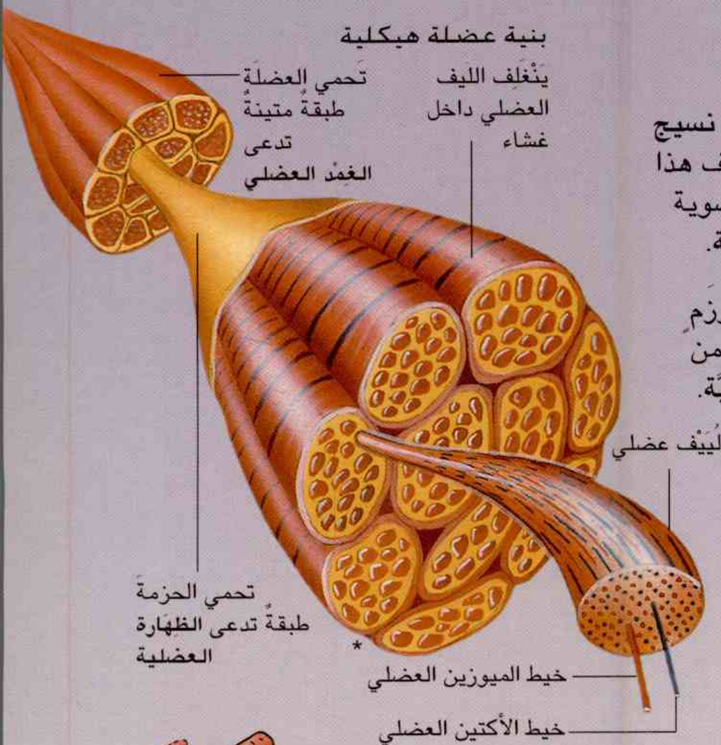
تنزلق الخيوط على بعضها البعض.

تُقسم ألياف العضلات المخطَّطة إلى نوعَيْن اثنين. **الألياف البطيئة النَّفْض** تتقلّص ببطء وتستهلك طاقة قليلة نسبياً. وهي تعمل فترة طويلة دون أن تتعب. **الألياف السريعة النفض** تتقلص بسرعة وتستهلك طاقة أكبر. وهي تعمل على دُفُعَات قويَّة وقصيرة، لكنها تصاب بالتعب سريعاً.

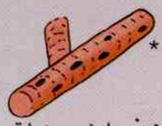
تحتوي عضلات العنق الداعمة للرأس على الكثير من الألياف البطيئة النَّفض.

تحتوي عضلات الذراع المستخدمة في الرمي على الكثير من الألياف السريعة النفض.

بنية عضلة هيكلية

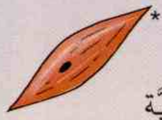


تتكوَّن العضلات القلبية من نوع من النسيج العضلي المخطط يدعى **النسيج العضلي القلبي**. وهو يتكوَّن من ألياف متشابكة لها شكل الحرف– Y.



ليف عضلة القلب

أما العضلات الحَشويَّة فتتكوَّن من ألياف مغزليَّة الشكل يرتبط بعضها ببعض ليشكِّل **النسيج**



ليف العضلة الملساء

ارتباطات الانترنت

- انقر على «Muscles» للحصول على معلومات مفيدة. توجد رسوم متحركة على الصفحة الأخيرة. www.kidshealth.org/kid/body/mybody_SW.html
- شاهد فيلماً وانقر على «Bob the Ex-LabRat» لاختبار فحص المنعكسات. www.brainpop.com/health/muscular/muscular/index.weml
- تجربة على الشبكة لاختبار ردود فعلك. www.exploratorium.edu/baseball/reactiontime.html
- انقر على «Muscle System» للحصول على صور تفاعلية. حرِّك الفأرة فوق الصورة وانقر على رمز النظارة للحصول على المزيد. www.innerbody.com/html/body.html
- مخطَّط مُوَسَّوم للطباعة والحفظ. www.medword.com/LoResMs/sAnt.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

جهاز الدوران

ينقل جهاز الدوران الموادّ، كالغذاء والأكسجين، إلى كافة أنحاء الجسم، كما يقوم بجمع بعض الفضلات منه. ويتألف من ثلاثة أقسام رئيسية هي: **الدم**، وهو سائل ينقل الموادّ إلى الخلايا ومنها؛ وأنابيب تدعى **الأوعية الدموية**، يسري الدم عبرها؛ و**القلب** الذي يضخّ الدم إلى كافة أنحاء الجسم.

صورة بالمجهر الإلكتروني تظهر ثلاثة أنواع من الخلايا في قطرة دم.

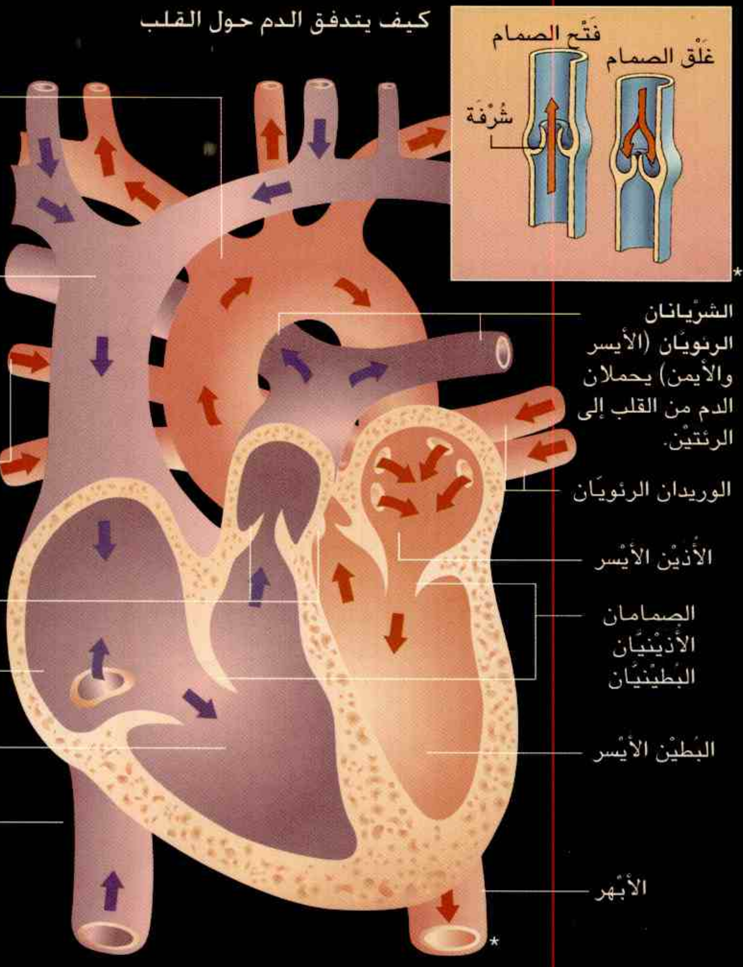
القَلْب

القلب عضو عضلي لا يصاب أبداً بالكلل، بخلاف العضلات الأخرى. وهو ينقسم إلى أربعة أحياز تسمّى **الغُرَف** أو **الحجُرات**. تسمّى الغرفتان العلويّتان **الأذَيْنَيْن**، اللذين يتصلان بغرفتيْن سفليتين تسمّيان **البُطَيْنَيْن**.

موقع القلب

يوجد بين الغُرف صمامات وحيدة الاتجاه تبقي الدم متدفقاً في الاتجاه الصحيح. ولهذه الصمامات سديلات تدعى الشُرَف. عندما يتدفق الدم عبر الصمامات، فإنه يُجبرها على فتح الشُرَف، التي تنغلق فيما بعد لمنع الدم من التدفق رجوعاً. وتحدث الصمامات عند انغلاقها صوتاً مكتوماً يُعرف «بدقة القلب».

كيف يتدفق الدم حول القلب



الدوران

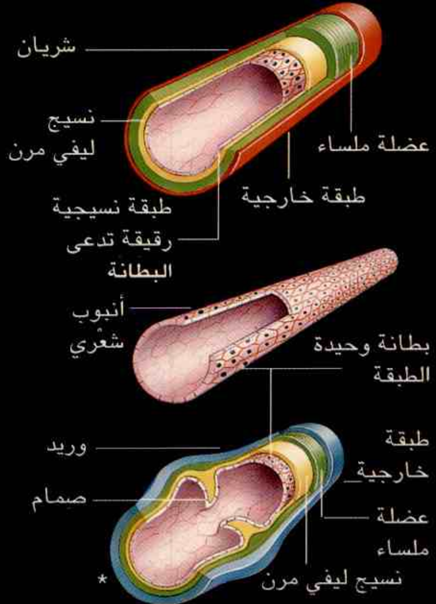
يمرّ الدّم عبر القلب مرتيْن خلال دورة كاملة واحدة في الجسم. أولاً، يُضَخّ من الجانب الأيمن للقلب إلى الرئتين، حيث يلتقط أكسجيناً نقياً يحصل عليه الإنسان من عملية الشهيق. بعد ذلك يعود إلى الجانب الأيسر للقلب، ومن هناك يُضَخّ إلى باقي الجسم لنقل الأكسجين. وعندما يتم ذلك، يعود الدم الخالي من الأكسجين إلى القلب ليبدأ دورته من جديد.

كيف يتدفّق الدم في الجسم

الأوعية الدموية

يسري الدم بعيداً عن القلب في أوعية دموية قويَّة تسمَّى **الشرايين**. وتتفرَّع هذه الشرايين إلى أوعية أصغر بكثير تنتهي بأنابيب بالغة الصِّغَر تدعى **الشعَيْرات**، تكون ثخانة جدرانها بسماكة خليَّة واحدة، ما يمكِّن الأكسجين والموادَّ الأخرى التي يحتاجها الجسم من المرور عبرها بكلِّ سهولة إلى **السائل الخلالي** الموجود حول الخلايا.

أنواع الأوعية الدموية

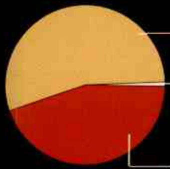


يقبض السائل الخلالي على المواد الموجودة بين الخلايا والدم، فينتقل ثاني أكسيد الكربون وبعض الفضلاتِ إلى الشعيرات التي تتَّحد مع بعضها لتشكل أوعية دموية تدعى **الأوردة**. وهذه الأخيرة تحمل الدم عائدة به إلى القلب.

الدَّم

يتكوَّن الدم من خلايا دم حمراء وبيضاء وصُفيْحات تعُوم في سائل أصفر باهت يدعى **البلازما**. ويملك الإنسان البالغ في المتوسِّط خمسة لترات من الدم. وإضافة إلى نقله المواد في أنحاء الجسم، فإن الدم يعمل على محاربةِ الجراثيم وشفاء الجروح والتحكم في درجة حرارة الجسم.

تركيب الدم



خلايا الدَم الحمْراء هي خلايا قرصيَّة الشكل، تحتوي على مادة كيميائية أرجوانية حمراء تسمَّى **الهيموغلوبين** (اليَحْمور). عندما يمر الدَّم عبر الرئتيْن، يتَّحد الأكسجين مع الهيموغلوبين، مكوِّناً مادة **الأكسي هيموغلوبين** ذات اللون الأحمر الزاهي. وعندما تقوم الخلايا بنقل الأكسجين إلى أنحاء الجسم، يتحوَّل الأكسي هيموغلوبين مجدداً إلى هيموغلوبين.

الشكل القرصي للخلايا يساعدها على الدخول في الشعيرات البالغة الصغر.

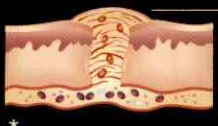
تُتْلَف خلايا الدم الحمراء كل أربعة أشهر وتُستبْدل بأخرى جديدة يتم صنعها في نقي العظم* بمعدَّل مليونيْ خلية في الثانية.

خلايا الدم البيضاء هي خلايا أكبر من الخلايا الحمراء تساعد الجسم في محاربة المرض. وبإمكانك اكتشاف المزيد عن هذا الموضوع في الصفحة 387.

الصُفيْحات هي شُدفٌ بالغة الصغر من الخلايا، تساعد في وقف النزف عند الإصابة بجرح.

تَخَثُّر الدم

تنزف معظم الجروح البسيطة لفترة قصيرة، يتحوَّل بعدها الدم إلى كتلة هُلامية الشكل تسمى **الخَثْرة**. تتألَّف الخثرة من خيوط لزجة من **الفبرين**، الذي يتشكل نتيجة تفاعلات كيميائيَّة تبدأها الصُفيْحات. تمنع الخثْرة (الجلْطة) تسرُّب المزيد من الدم، وتساعد في الحؤول دون دخول الجراثيم إلى الجرح.



زُمَر الدَّم

يمكن تقسيم الدم إلى أربع زُمَر رئيسية A و B و O و AB. ولهذه الزمر مُسْتضِدَّات* مختلفة على سطح الخلايا الحمراء، وأضداد* مختلفة في البلازما. ويتوقف نوع الدم الذي يمكن أن يعطيه الشخص، في عملية نقل الدم، على زمرة الدم العائدة له.

زمْرة الدَّم	المسْتَضدّ	الضدّ	يمكن أن يعطيه
A	A	ضدَ B	A و O
B	B	ضدَ A	B و O
AB	A و B	لا شيء	الجميع
O	لا شيء	ضد A ضد B	O فقط

ارتباطات الانترنت

• استكشف هذا الموقع لمزيد من المعلومات والصور والأفلام المتعلقة بالقلب.
sln.fi.edu/biosci.html

• انقر على "ascular SystemvCardio" للحصول على صور تفاعلية مفصَّلة.
www.innerbody.com/htm/body.html

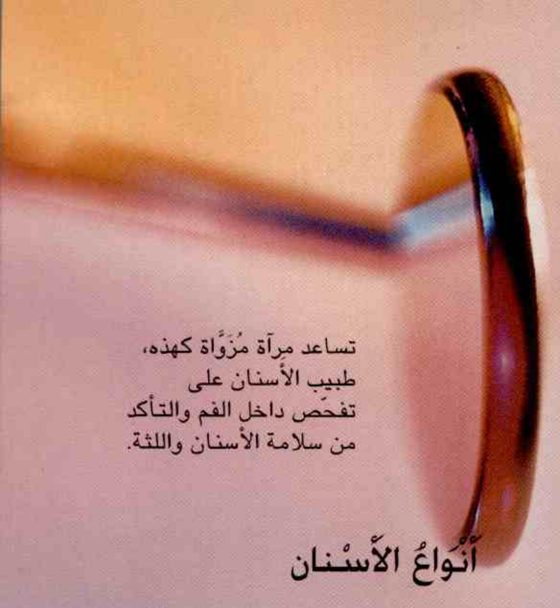
• شاهد رسماً متحركاً لجريان الدم عبر القلب.
www.heartpoint.com/theheart.html

• انقر على مقالات عن القلب والدم لمزيد من المعلومات والصور المفصَّلة.
www.howstuffworks.com/category-body.htm

• للحصول على معلومات مفيدة حول القلب والدم والدوران، انقر على "tHear".
www.kidshealth.org/kid/body/mybody_SW.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*أضداد، مستضدات، 387؛ نقي العظم، 347.



تساعد مرآة مُزَوَّاة كهذه، طبيب الأسنان على تفحّص داخل الفم والتأكد من سلامة الأسنان واللثة.

الأسنان

تُساعد الأَسْنَان في إعداد الطعام لعملية الهَضْم*. فهي تقطعُه وتَطْحَنُه وتجعل امتصاص الجسم له أكثر سهولة. تحوي الأسنان خلايا حيَّة وأَعْصَاباً وأَوْعية دمويَّة، ولذلك فمن الضروري إيلاءها عناية دقيقة، وإلاّ ستُصَاب **بالنَّخْر** وتَبْلَى وتتَساقط.

أَنْوَاعُ الأَسْنَان

توجد أربعة أنواع رئيسية للأسنان في المنظومة السنيَّة عند الشخص البالغ. ولكل نَوْعٍ شَكْلُه الذي يناسب العمل الخاص الذي يقوم به.

الأنواع الرئيسية للأسنان

القواطع أسنان أماميَّة حادة، تستخدم للعضّ والتفتيت.

الأنياب أسنان مخروطية الشكل، تستخدم في تمزيق الطعام.

النَواجذ أو الأَرْحاء الأمامية أسنان كليلة وعريضة، تستخدم في سحق الطعام وطحنه.

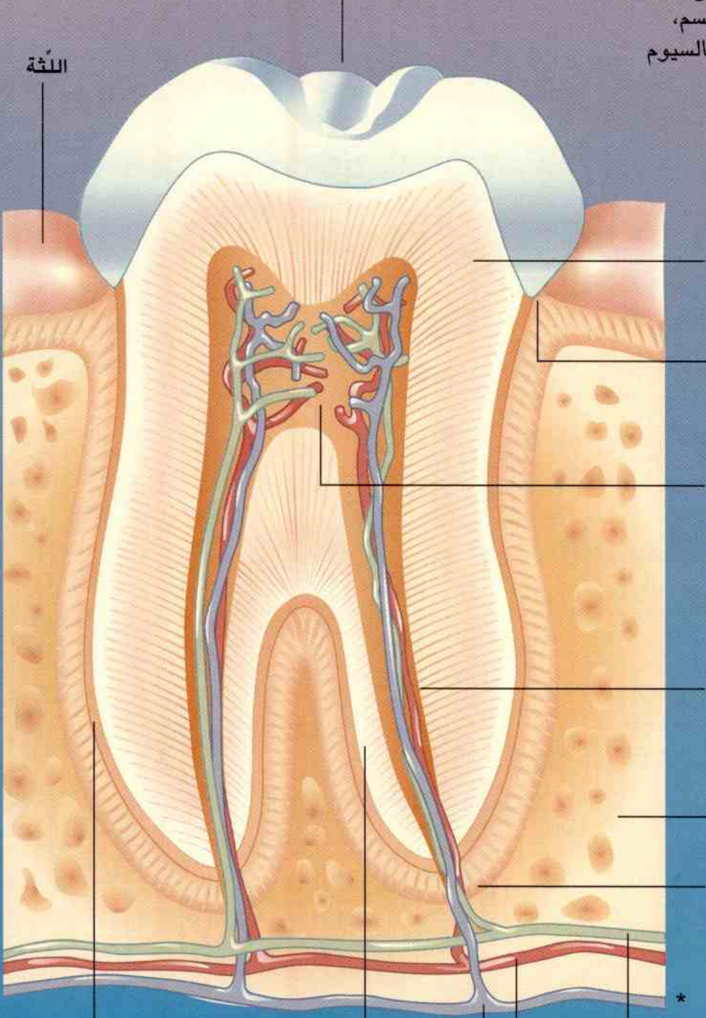
الأضراس أو الأَرْحاء أسنان أعرض من النواجذ وذات شُرَف أكثر، تستخدم في سحق الطعام وطحنه.

أضراس العَقْل هي ثالث الأضراس وآخرها في الظهور. تقع في مؤخرة الفكّ، واحد في كلّ زاوية. وتبزغ عادة في عمر 17-21 سنة.

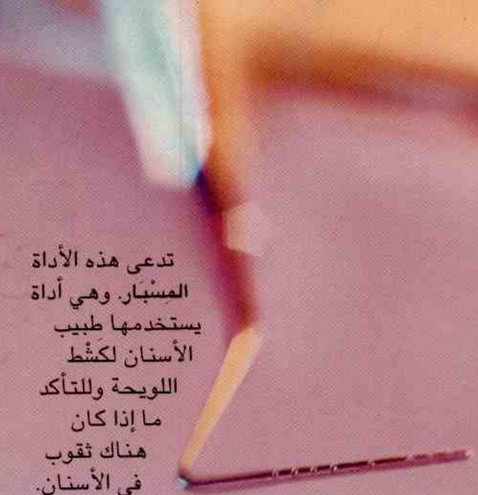
أقْسام السنّ

يتألَّف السنّ النموذجي من ثلاثة أقسام رئيسية. يسمى الجزء المَرْئيّ من السن **التاج**. ويكون كلُّ سنٍّ مثبَّتاً في سِنْخ موجود في عظم الفكّ بواسطة **جَذْر** أو جذرين أو ثلاثة. ويسمى الجزء الموصل بين التاج والجذر **العُنُق**.

بنية السّن



*هضم، 354.

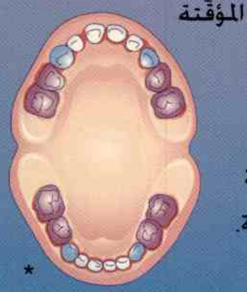


تدعى هذه الأداة المِسْبار. وهي أداة يستخدمها طبيب الأسنان لكَشْط اللويحة وللتأكد ما إذا كان هناك ثقوب في الأسنان.

مجموعتا الأسنان

يُطلق على مجموعة الأسنان تعبير **مَنْظُومَة الأَسْنَان الطبيعيَّة**. ويملك الإنسان خلال حياته مَنْظومتَيْن من الأسنان الطبيعية، تبدأ الأولى بالظهور عند بلوغ الطفل السِتَّة أشهر تقريباً. وتسمَّى أسنان هذه المنظومة **الأَسْنَان المُؤَقَّتة** أو **أسنان الحليب** أو **الرَّواضِع**، ويبلغ عددها الكلي 20 سنَّاً مؤقتة.

مَنظُومة الأسنان المؤقَّتة (الأسنان اللبنية)

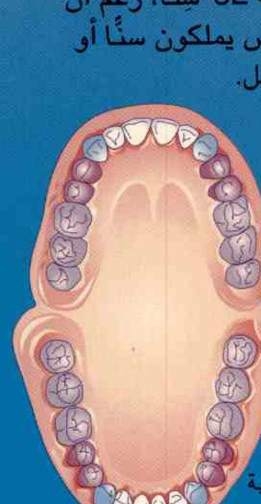


القواطع
الأنياب
الأرحاء الأمامية

لا توجد أرحاء مؤقتة.

بين عُمْر السادِسة والثانية عِشرة، تبدأ الأسنان المؤقتة بالسُقوط وتستَبْدل **بالأَسْنَان الدائمة**، التي يبلغ عددها بالحالة العادية 32 سِنَاً، رغم أن بعض الأشخاص يملكون سنَّاً أو سنَّيْن أكثر أو أقل.

منظومة الأسنان الدائمة (أسنان البالغ)



القواطع
الأنياب
الأرحاء الأمامية
الأرحاء

نَخْر الأَسْنَان

عند كلٍّ شَخْص منّا كائناتٌ حيَّة صغيرة جداً تسمَّى البكتيريا تعيش في فمِه. وهي تتكاثر بسرعة كبيرة إذا وجِدت ما يكفيها من الأطعمة الحلوة. وتشكل هذه الكائنات مادَّة دَبِقَة تدعى **اللُوَيْحَة**، تغطي الأسنان بغشاء رقيق أبيض.

عندما تتغذَّى البكتيريا بالطعام المحشور بين الأسنان، فإنها تُفْرِز حَمْضاً يذوِّب الأسنان، مما يسبِّب أَلَم الأسنان وتلَفها في النهاية. وفيما يلي وَصْفٌ لمراحل نَخْر السِّن.

1. تتغذَّى البكتيريا على الطعام الحلو الملتصق بالسن، ويذوِّب الحَمْضُ الذي تفرزه المينا.

2. إذا لم يُرَمِّم طبيب الأسنان المينا المُصابة، فسيُتَابِع الحمض التهام العَاج.

3. إذا بلَغ النَّخْرُ التَجْويفَ اللّبِّي ونهاياته العَصَبِيَّة، فسيبدأ السِّن يُؤْلِم.

4. يمكن أن تدخل البكتيريا أيضاً إلى التجويف اللبي، فتسبِّب التهاباً في الجذر قد يؤدي إلى تكوين **خُرَاجات** مُؤلمة مَمْلُوءَة بالقَيْح.

تحقّق بنَفسِك

يمكنك استخدام الأقراص الكاشفة التي تشتريها من صيدلية أو من طبيب الأسنان لرؤية اللويحات على أسنانك.

إفرك أسنانك جيداً، ثم استخدم قرصاً كاشفاً، متَّبعاً التعليمات الموجودة على العُبْوَة. ستُظْهر لك المناطق الملوَّنة أيَّ لويحة أو طعام لا يزال باقياً.

الأسنان السليمة

يمكن أن تسبِّب البكتيريا الموجودة في الفم **مرض اللّثَة** أو **التهاب اللّثَة**. وهذا يجعل اللثة تنزف وتؤثّر على الرباط حول السن وعلى عظم الفك، إذا ما تركت دون معالجة، الأمر الذي يؤدي إلى تَخَلْخُل الأسنان وحتى سُقُوطها.

إنَّ تنظيف الأسنان مرَّتين يومياً هو الطريقة الفضلى للمحافظة على سلامة الأسنان واللثة. ويحتوي الكثير من مَعَاجين الأسنان على معدن **الفلوريد**، الذي يقوّي الأسنان بجعل المينا أقل ذوباناً في الحمض ويعوِّض المعادن التي أزالها الحمض في المينا. بالإضافة إلى ذلك، يخفف الفلوريد من قدرة البكتيريا على صنع الحمض.

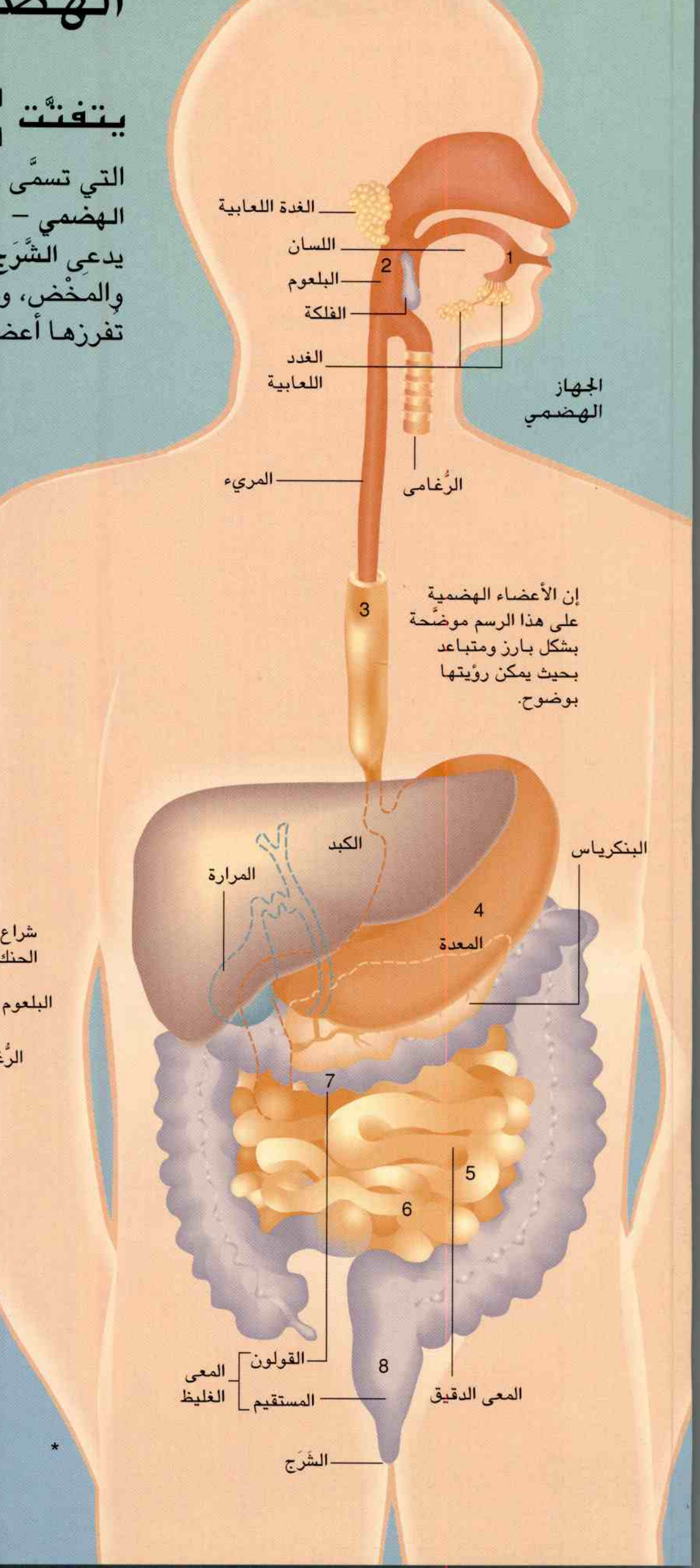
ارتباطات الانترنت

- انتقل إلى موقع KidsHealth وانقر على "Teeth" للحصول على معلومات وصور مفيدة. www.kidshealth.org/kid/body/mybody_SW.html
- شاهد فيلماً عن الأسنان وامتحن نفسك. www.brainpop.com/health/digestive/teeth/index.weml
- كثير من المعلومات حول العناية بالأسنان وعلاجها. www.bbc.co.uk/health/teeth/
- مقالات تثقيفيَّة عديدة حول تشريح الأسنان ومسبِّبات نخرها. www.howstuffworks.com/category-teeth.htm
- لمزيد من المعلومات والصور المفيدة، انقر على الجمجمة وأشر إلى الأسنان وانقر على النظارة. مرّر الصفحة نزولاً للحصول على ارتباطات أخرى. www.innerbody.com/htm/body.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

الهضم

يتفتّت الطعام، أثناء مروره في الجسم، إلى قطع صغيرة لدرجة تمكنه من الذوبان في الدم. هذه العملية، التي تسمَّى **الهَضْم**، تحدث في **القناة الهضمية** أو **السَّبيل الهضمي** – وهو أنبوب يمتدّ من الفم إلى ثقب في أسفل البَدَن يدعى **الشَّرَج**. ويتم تفتيت الطعام فيزيائياً عن طريق المضْغ والمخْض، وكيميائياً بواسطة تأثير **العُصارات الهَضْميَّة** التي تفرزها أعضاء تسمَّى **الغُدَد**.

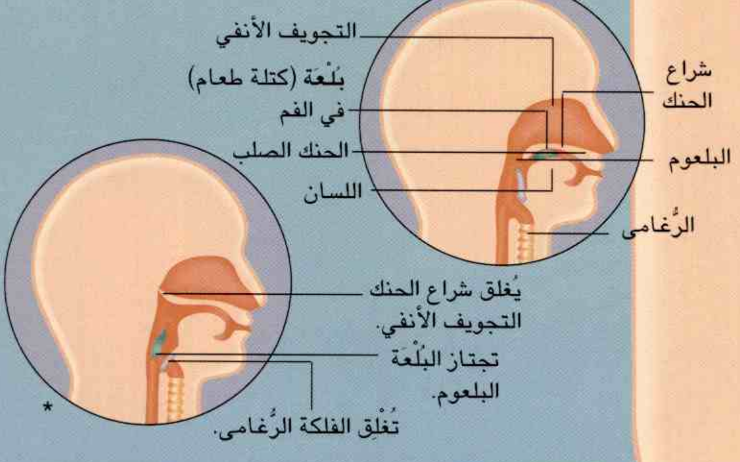


مَراحِل الهَضْم

1. يُمْضَغ الطعام في الفم ويُمزج مع عُصارة هضمية تسمَّى **اللُّعاب**، تفرزها **الغُدَد اللعابية**. يُطَرِّي اللُّعاب الطعام بشكل يمكنُّه من الانزلاق بسهولة إلى الحلْق، كما يبدأ أيضاً بتفكيك النَّشاء* الموجود في الطعام إلى سُكّر يدعى **المالتوز**.

2. تَقُود عضلات الحلْق الطَّعام عبر **البُلْعُوم** إلى مَمَرٍّ يدعى **المريء**. وأثناء البلْع، تسدُّ سَدِيلَة تدعى **الفُلْكَة** أعلى **الرُّغامى** أو **القصبة**، وذلك لمنع الطعام من سلوك الطريق الخاطىء.

كيف تبلع الطعام



تحقّق بنفسك

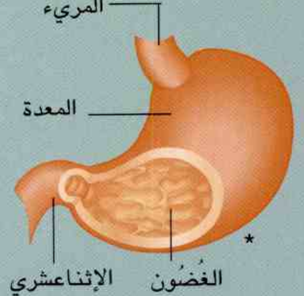
ضع قطعة من الخُبْز في فمك ولاحظ الطَعْم عند البدء بمضغها. بعد مرور دقيقة على المضغ، ستجد أن طعم الخُبز قد أصبح أكثر حلاوة، لأن اللعاب قد حوّل النشاء إلى سُكر.

*

*نشاء، 356.

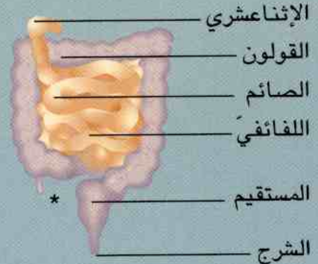
3. يجتاز الطعام المريء باتجاه المَعِدَة، حيث يؤدي تقلُّص العضلات الموجودة في جدران المريء إلى دَفْع الطعام عبره. وهذه العملية، التي تسمَّى **التَّمَعُّج**، تحدث على طول السبيل الهضمي.

المعدة



4. في **المعدة**، يُمْخَض الطعام مع **العُصَارات المَعِديَّة**، التي تبدأ بهضم البروتين*، وكذلك قتل الجراثيم الموجودة في الطعام لاحتوائها على حمض الهيدروكلوريك. ولِبطانة المعدة طَيَّات تدعى **الغُضُون** تتسطح عند امتلاء المعدة.

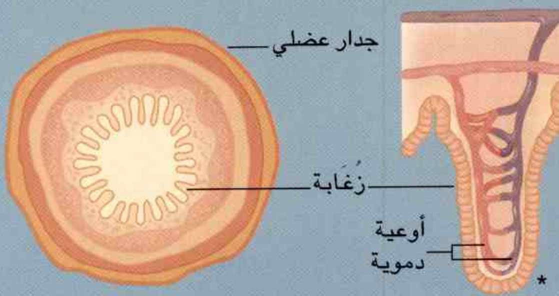
المعى الدقيق والمعى الغليظ



5. ينتقل الطعام إلى أنبوب يدعى **المِعَى الدقيق**. وهو مُقَسَّم إلى ثلاثة أقسام: **الإثْناعَشرِيّ** و**الصَّائِم** و**اللِّفَائفي**. في الإثناعشري، تفكك العُصَارات الهضمية التي يُفرزها الكَبد والبَنْكرياس الدهون* والبروتين والنشاء*.

6. يكون المعى الدقيق، خاصة اللِّفَائفي، مُبَطَّناً بنتوءات دقيقة إصبعية الشكل تدعى **الزُّغَابات** تزيد من مساحة سطحه. وتحتوي كلُّ زُغَابة على أوعية دموية دقيقة تمتصّ الطعام المَهْضُوم وتنقله إلى الكبد لمزيد من المعالجة قبل إرساله إلى الجسم.

مقطع عرضي للمعى الدقيق

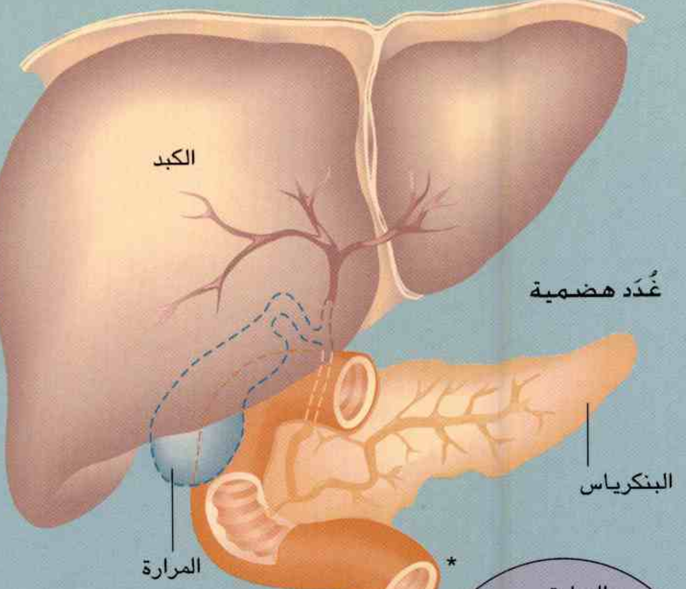


7. ينتقل الماء والأطعمة التي لا يتم هضمها، كالألياف* الغذائية، إلى القسم الأول من **المِعَى الغليظ** المُسمَّى **القولون**، حيث يتم امتصاص الماء إلى مجرى الدم.

8. بعد ذلك، تُمرَّر الفَضَلات شبه الجامدة التي تدعى **البِرَاز** إلى **المُسْتَقيم**، وهو القسم الثاني من المعى الغليظ، حيث تُدْفَع إلى خارج الجسم عبر الشَّرَج أثناء عملية التغوُّط.

الغُدَد الهَضْمِيَّة

تصنع الغُدَدُ الهضمية الموائع الضرورية للهضم. ويحتوي العديد من العُصارات الهضمية التي تفرزها هذه الغدد على مواد كيميائية تسمَّى **الإنْزيمات الهَضْمِيَّة**، التي تساعد في تفكيك الطعام. بعض الغدد الهضمية صغير جدا ويقع على جدران الأعضاء الهضمية. فمثلاً، يحتوي جدار المعدة على **غُدَد مَعِديَّة**. إلا أن هناك غدداً أخرى، كالغُدد اللعابية، تكون على شكل أعضاء منفصلة.



يعتبر الكَبد والبَنْكرياس أكبر غدَّتَيْن هضميَّتين في الجسم. فالكبد يصنع سائلاً أخضر يسمَّى **الصَفْراء**، يعمل، كالمنظف، على تفكيك الدهون* إلى قُطَيْرات صغيرة جداً بشكلٍ يمكن الإنزيمات من العمل عليها. وتخَزَّن الصفراء في حُوَيْصلة تدعى **المَرَارَة**. أما البَنْكرياس فيقوم بصنع **العُصَارة البنكرياسية** التي تحوي إنزيمات تفكك الدهون والبروتين* والنشاء*. وهناك أيضاً وظائف هامَّة أخرى يقوم بها الكبد والبنكرياس، كضبط كمية الغلوكوز في الدم مثلاً. ويمكنك أن تقرأ المزيد عن هذا الموضوع في الصفحة 363.

ارتباطات الانترنت

- انقر على "e SystemDigestiv" للقيام بجولة عبر القناة الهضمية.
  www.kidshealth.org/kid/body/mybody_SW.html
- مخطَّط للجهاز الهضمي، مع نظرة داخل المعى الدقيق.
  www.vh.org/Patients/IHB/Peds/General/OrganMap/GutMap.html
- اختر "e systemDigestiv" ثم انقر على النظَّارات.
  www.innerbody.com/htm/body.html
- معلومات عامة (ومفيدة) تجدها في أكثر المواقع تنفيراً على الانترنت. اختر "e SystemDigestiv" من قائمة أجهزة الجسم.
  www.yucky.com/body/index.ssf?/splash.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

*ألياف غذائية، 357؛ بروتينات، 356؛ دهون، نشاء، 356.

الطعام والنظام الغذائي

يُعرف الطعام والشراب اللذان يتناولهما الإنسان **بالنظام الغذائي**. ويتكوّن النظام الغذائي الصحّي من مجموعة متنوّعة من الأطعمة، لأن الأطعمة المختلفة تحتوي على مواد مختلفة يحتاجها الجسم. وتعتبر الكربوهيدرات والبروتينات والدهون، وهي مركّبات تسمّى **المغذّيات**، أساسيَّة للطاقة والنمو. أما الفيتامينات والمعادن والماء فهي **أطعِمة مُساعِدة**، تُعين الجسم على العمل بشكل صحيح.

الكربوهيدرات

الكربوهيدرات هي أطعمة مانحة للطاقة. وهناك نوعان منها: السَّكاكر والنَّشاء. **السَّكاكر** موادّ حلوة ذوَّابة في الماء، توجد في العديد من الأطعمة، كالفاكهة والشوكولاته. أما **النَّشاء** فهو مادة غير حلوة لا تذوب في الماء. ويعتبر الخبز والمعكرونة والبطاطس والأرز من المصادر الغنية بالنشاء.

تحتوي الشوكولاتة على السكّر، أحد الكربوهيدرات.

تتفكّك الكربوهيدرات، أثناء الهضم، إلى سكاكر بسيطة **كالغلوكوز**. ويستهلك جسم الإنسان هذه السكاكر كوقود **لإنتاج الطاقة**. ويتحول بعض الغلوكوز إلى **غليكوجين** يُخزَّن في الكبد، كما يتحوّل أيُّ غلوكوز مُتبَقٍّ إلى دهن يُخزَّن تحت الجلد.

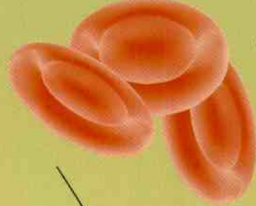
المعكرونة مصدر صحّي للنشاء.

البروتينات

البروتينات موادّ تستعمل لنمو أنسجة الجسم وترميمها، بالإضافة إلى أعمال حيوية أخرى. وهي موجودة في اللحم الأحمر والسمك والبيض والمُكسَّرات والحليب (اللبن) والحبوب.

تُصنَع البروتينات من وحدات كيميائية أبسط تسمَّى **الحموض الأمينيَّة**. ويتوقف نوع البروتين على الانتظام الذي تترتّب فيه حموضه الأمينية. وأثناء الهضم، تتفكّك البروتينات إلى حموض أمينية منفردة، يُعاد ترتيبها فيما بعد لصنع بروتينات مختلفة يحتاج إليها جسم الإنسان.

أمثلة على البروتينات في الجسم



ينقل الهيموغلوبين في خلايا الدم هذه الأكسجين إلى أنحاء الجسم.

الكيراتين هو بروتين يُصنع منه الشعر والأظافر.

يسمح الأكتين والميوزين بتقلص العضلات.

الدُّهُون

الدُهون مواد ضرورية لتزويد جسم الإنسان بالطاقة والحرارة. تخزَّن الدهون غير المستهلَكة في مناطق مختلفة من الجسم، تحت الجلد مثلاً. وهناك نوعان من الدهون: مشبعة وغير مشبعة.

توجد **الدُهُون المُشبَعَة** غالباً في المنتَجات الحيوانية، كالزبدة واللحم الدُهْنيّ. كما تحوي هذه الأطعمة على **الكولستيرول**، وهو مادة شبيهة بالدهن. أما **الدُهُون غير المُشبَعَة** فتوجد في المنتجات غير الحيوانية، بما فيها الزيوت النباتية والمكسَّرات.

تكون الأطعمة غير الصحيَّة غنية بالدهن عادة. وقد يكون للتناول المفرط للدهن المشبع وللكولستيرول علاقة بمرض القلب.

تحقّق بنفسك

تَفَحَّص الملصقات الموجودة على بعض الأغذية التي تتناولها، فهي تخبرك عمَّا يحويه الطعام من كربوهيدرات وبروتين ودهن. تتضمن بعض الملصقات أيضاً معلومات عن الفيتامينات والمعادن الموجودة في بعض الأطعمة.

تعتبر الخضر والفاكهة مصادر جيدة للألياف الغذائية والفيتامينات والمعادن.

الفيتامينات

الفيتامينات مواد يحتاج إليها الجسم ليبقى سليماً. وهي توجد في أنواع كثيرة جداً من الأطعمة. ويقدِّم النظام الغذائي المتوازن والصحي للجسم كل ما يحتاجه من الفيتامينات.

والفيتامينات هي مواد كيميائية **عُضْويَّة**، وهذا يعني أنها تحتوي على الكربون. ويحتاج الجسم إلى كميَّات بالغة الصغر من حوالي 15 فيتاميناً مختلفاً، وذلك لإتمام العمليات الكيميائية الأساسية.

مصادر الفيتامينات وفوائدها

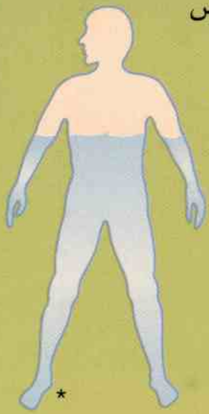
الفيتامين	المصادر الجيدة	ضروريٌّ لـ
A (رتينول)	الحليب، الزبدة، البيض، زيت السمك، الخضر الخضراء الطازجة	العيون (خاصة للرؤية في الضوء الضعيف جداً)، الجلد
B (مجموعة فيتامينات متعددة)	الخبز الأسمر والأرز، الخميرة، الكبد، حبوب الصويا	توليد الطاقة في كل الخلايا والأعصاب والجلد
C (حمض الأسكوربيك)	البرتقال، الليمون، الكِشمش الأسود، الطماطم، الخضر الخضراء الطازجة	الأوعية الدموية، اللِّثة، اندمال الجروح، الوقاية من الرشح
D (كالسيفرول)	زيت السمك، الحليب، البيض، الزبدة (ضوء الشمس)	العظام، الأسنان
E (توكوفيرول)	الزيوت النباتية، الخبز الأسمر، الأرز، البيض، الزبدة، الخضر الخضراء الطازجة	غير معروف تماماً
K (فيلوكينون)	الخضر الخضراء الطازجة، الكبد	تخثُّر الدم

الألياف الغذائية

الألياف الغذائية، التي تسمَّى أيضاً **الخَشائن**، هي أحد أنواع الكربوهيدرات الموجودة في النُّخَالة والخبز الأسمر والفاكهة والخضر. والألياف موادٌ لا يمكن للإنسان أن يهضمها. وهي مواد كتليّة تساعد عضلات الأمعاء على دفع الطعام بفعَّالية عبر الجهاز الهضمي.

الماء

الماء مادَّة أساسيَّة للحياة، وبدونه لا يمكن للانسان أن يحيا إلا لأيام معدودة. ويحتاج الإنسان إلى شرب الماء لتعويض ما يفقده منه، بالبَوْل* والعَرَق مثلاً. يوجد الماء في الشراب وفي بعض الأطعمة الجامدة، كالخَسّ، الذي يشكل الماء 90% منه.



يشكِّل الماء حوالي 65% من جسم الإنسان. وهو يشكِّل عند الأطفال اليافعين 75% من وزن الجسم.

المعادن

المعادن هي مجموعة أخرى من الموادّ الضرورية لجسم الإنسان. وهي **لاعضوية**، الأمر الذي يعني أنها لا تحتوي على عنصر الكربون. ويحتاج الإنسان إلى كميات صغيرة من حوالي 20 معدناً مختلفاً. أما **المعادن الزهيدة**، كالحديد مثلاً، فهي معادن يحتاج إليها الإنسان بكميات صغيرة للغاية.

مصادر بعض المعادن والمعادن الزهيدة وفوائدها

المعدن	المصادر الجيدة	ضروريٌّ لـ
الكلسيوم والفسفور	الحليب، الجبن، الزبدة، الماء في بعض المناطق	العظام والأسنان القوية
الصوديوم	الملح، الحليب، السبانخ	الدم، الهضم، الأعصاب
الفلورين (معدن زهيد)	الحليب، معجون الأسنان، شرب الماء في بعض المناطق	صحة الأسنان والعظام
اليود (معدن زهيد)	ثمار البحر، ملح الطعام، شرب الماء في بعض المناطق	هرمون* الثيروكسين
الحديد (معدن زهيد)	الكبد، المشمش والخضر الخضراء	الهيموغلوبين في خلايا الدم الحمراء*.

ارتباطات الانترنت

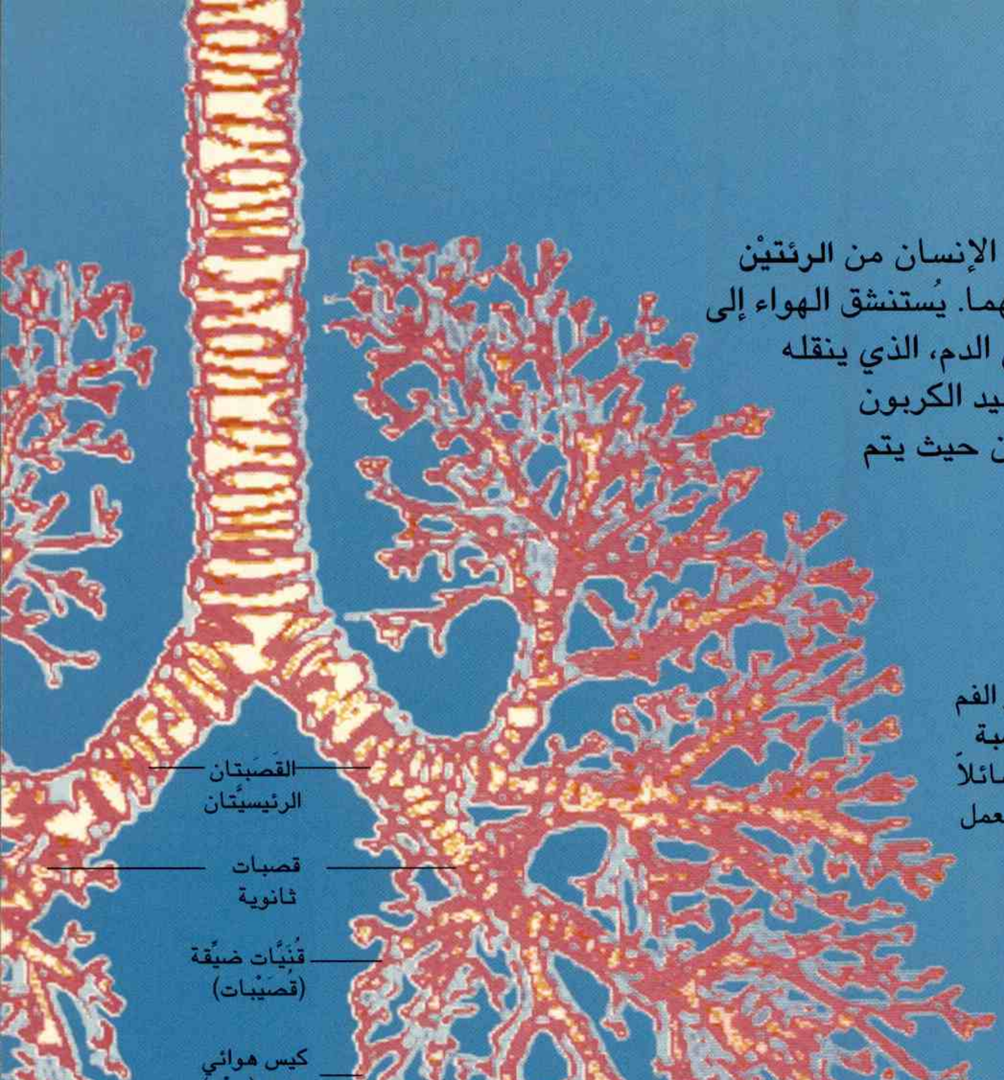
- شغِّل "itiọn sleuthNutr" و "e a bitevHa" للتأكد من معلوماتك عن المغذيات.
www.exhibits.pacsci.org/nutrition/
- انقر على "Education"، ثم على "ySecondar"، ثم على "mationorInf" للحصول على كثير من المعلومات عن التغذية.
www.nutrition.org.uk/
- كثير من المعلومات عن الأكل الصحِّي.
www.simplyfood.co.uk/foodfacts/
- انتقِل إلى هذا الموقع لاكتشاف المزيد عن الأكل الصحِّي والنظام الغذائي والطبخ وكثير من المعلومات الأخرى.
kidshealth.org/teen/nutrition/
- اكتب اسم أي طعام واحصل على محتواه الغذائي الكامل.
www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut_search.pl
- استكشف هذا الموقع لمعرفة كيف يُساعد تناول الفاكهة والخضر على إبقاء الصحة سليمة.
www.dole5aday.com

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*بول، 362؛ خلايا الدم الحمراء، 351؛ هرمونات،362، 363.

الجِهَاز التنفُّسي

يتكوّن الجهاز التنفُّسي عند الإنسان من الرئتيْن والممرّات المؤدِّية إليهما. يُستنشق الهواء إلى الرئتَيْن، ومنها ينتقل الأكسجين إلى الدم، الذي ينقله إلى سائِر أنحاء الجسم. أما ثاني أكسيد الكربون المتخلف فينتقل من الدم إلى الرئتين حيث يتم طرده.

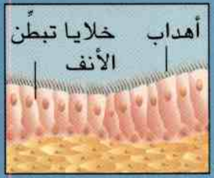


الرئتان

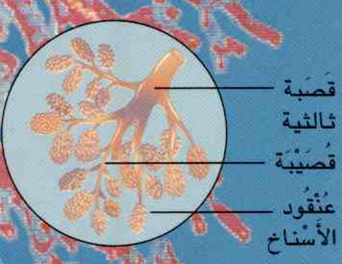
تحتوي كل رئة على كثير من الأنابيب، ينتهي أصغرها في أكياس هوائية بالغة الصغر (الأسناخ).

أقسام الجهاز التنفّسي

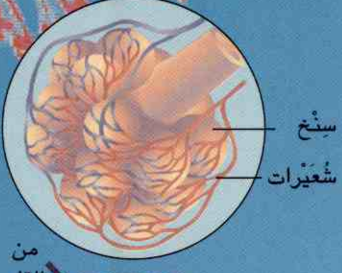
عند الاستنشاق، يُشفط الهواء عبر الأنف أو الفم نزولاً خلال أنبوب يسمّى **الرُغامي** أو **القصبة الهوائية**. وتشكل بطانةِ الأَنْف والرُّغامى سائلاً زَلِقاً يدعى **المُخَاط**، يعمل على تدفئة الهواء وترطيبه، ما يجعل حركته أكثر سهولة خلال سلوك الممرات.



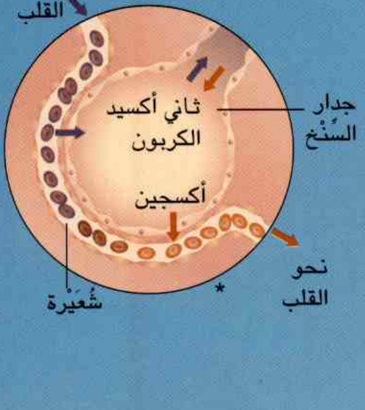
كما يعمل المُخَاط أيضاً على حَجْز الأتربة والجراثيم الموجودة في الهواء. بالإضافة الى ذلك، هناك أَشْعار دقيقة تدعى **الأهداب** تدفع المُخَاط بعيداً عن الرئتين باتجاه الأنف والحلق.



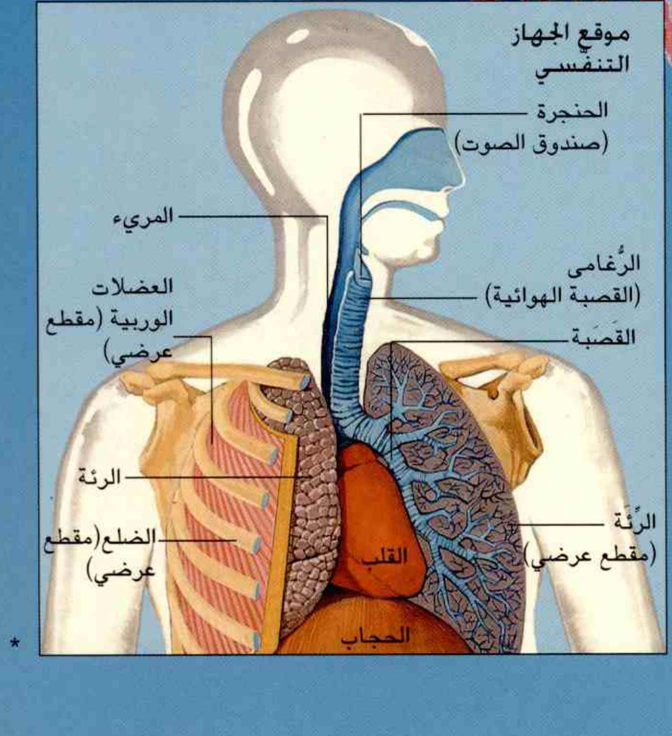
تُقْسَم الرُغَامى إلى أنبوبتَيْن، تسمَّى كلُّ واحدة منهما **القَصَبة الرئيسيّة**. وتصل كل قصبة إلى إحدى الرئتين، حيث تتفرع إلى **قصبات ثانوية وثالثية**، وتشكل في النهاية أنابيب ضيِّقة تدعى **القُصَيْبات**.



تنتهي كلُّ قُصَيْبَة في عُنْقُود من الأكياس الهوائية تسمَّى **الأَسْنَاخ**، تحيط بها **الشُعَيْرات***.



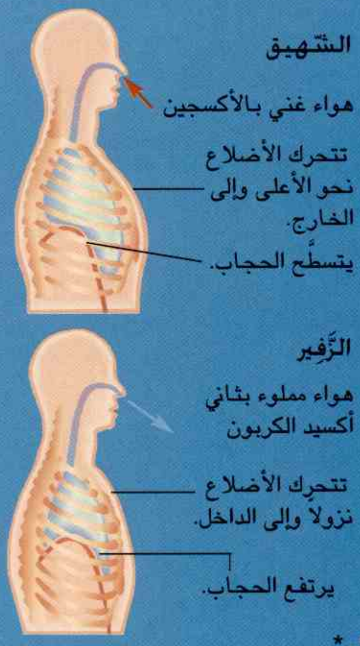
ينتقل الأكسجين عبر الجدران الدقيقة للأسناخ إلى شبكة الشعيرات. أما ثاني أكسيد الكربون في الدم، والذي تولده الخلايا أثناء التنفس الداخلي*، فينتقل إلى الأسناخ ويُطرَد من الجسم خلال عملية الزَّفير.



*تنفس داخلي، 360؛ شعيرات، 351.

التنفُّس

التَّنَفُّس، أو **التَّهْوِيَة**، هو حركة الهواء إلى داخل الرئتَيْن وخارجها. ويتم التحكم فيه عن طريق حركة العضلات الموجودة في الصدر، والتي تسمَّى **العَضَلات الوَرْبِيَّة**، وكذلك بواسطة البنية المسطحة العضليَّة التي تسمّى **الحِجَاب**، والواقعة أسفل الرئتين.



عند دخول الهواء إلى الرئتين، يتسطح الحجاب وتتقلص العضلات الوَرْبِيَّة، فتنجذب الأضلاع نحو الأعلى والخارج. يؤدي ذلك إلى زيادة الحيِّز داخل الصدر مما يجعل ضغط الهواء في الرئتين أقلّ مما هو عليه خارج الجسم، فيندفع الهواء لملء الحيِّز الفارغ. تسمّى هذه العملية **الشهيق**.

عند خروج الهواء من الرئتين، يسترخي الحجاب باتجاه الأعلى، وتسترخي العضلات الوربية، فتتحرك الأضلاع للأسفل وللداخل، مما يجعل الحيِّز داخل الصدر أصغر ثانية، فَيُنْفَث الهواء إلى الخارج. وتسمّى هذه العملية **الزَّفير**.

يكون النَّظْم السَّوي للتنفُّس متقطِّعاً في بعض الأحيان. **فالعُطَاس** ينظف الأنف من الغبار والطلْع ومن الجراثيم أيضاً. **والسُّعال** يساعد على تنظيف الرُّغامى من بعض الجُسَيْمات. أما **التثاؤب** فيرفع مستوى الأكسجين في الدم، ويساعد على التخلص من كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون.

صندوق الصوت

يقع **صُنْدُوق الصَّوْت**، الذي يسمَّى أيضاً **الحَنْجَرة**، أعلى الرُّغامى. وهو يحتوي في داخله على شريطَيْن عَضَليَّيْن يُسمَّيان **الحبْلَيْن الصَّوْتِيَّيْن**. ينفتح هذان الحبْلان للسَّماح للهواء بالمرور عند التنفس، ولكن عند التكلم أو الغِناء، تجذب العضلاتِ الحبْلَيْن إلى بعضهما بعضا. ويسبِّب مرور الهواء صعوداً عبر الحبلَيْن اهتزازهما، حيث يمكن سَماع هذه الاهتزازات كأصوات.

الحبال الصوتية كما تشاهد من أعلى

تحقّق بنفسك

ضَعْ أَصَابعك بلُطْفٍ على مقدِّمة رقبتك عندما تتكلَّم، إصْرَخ وغنِّ. سيكون بمقدورك الإحساس باهتزازات الحبال الصوتية وبحركة العضلات عند ارتخائها وشدِّها.

وكلما كان الصوت الذي تحدثه جَهُوراً وخفيضاً، كانت الاهتزازات أشدّ. فالعضلات تكون مشدودة عندما تغنّي بنَغَمات مرتفعة، في حين أنها ترتخي عند غنائك بنغمات خفيضة.

وكلما كانت الحبال الصوتية أقصر والاهتزازات أسرع، كان الصوت الذي يصدر أعلى. فالحبال الصوتية عند النساء قصيرة وتهتزُّ حوالي 220 مرَّة في الثانية، لذلك تكون أصواتهنَّ عالية. أما الحبال الصوتية عند الرجال فهي أطول وتهتزّ حوالي 120 مرَّة في الثانية. وهذا ما يفسِّر سبب الأصوات الخفيضة للرجال.

ارتباطات الانترنت

- انقر على "Lungs" للبحث عمًا يتعلَّق بالتنفّس والحبال الصوتية. *www.kidshealth.org/kid/body/mybody_SW.html*
- معلومات واختبارات. إصْغ إلى رئتَيْن سليمتَيْن ورئتين غير سليمتين. *www.sk.lung.ca/education/student/page2.html*
- أنقر على "ascular SystemvCardio"، ثم أشر إلى الرئة وانقر على رمز النظّارة لمزيد من المعلومات والصور. *www.innerbody.com/htm/body.html*
- شاهد أحد أفلام ainpopBr عن التنفَس، أو انتق "Voice" أو "Asthma" من القائمة. *www.brainpop.com/health/respiratory/respiration/index.weml*
- اكتشف كيف يتكيَّف متسلِّقو الجبال مع تنفّس هواء ذي محتوى منخفض من الأكسجين. *www.exploratorium.edu/sport/goingup/index.html*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

طاقة للحياة

يحتاج الجِسم إلى طاقة ليبقى حيًّا يعمل. وهو يحرِّر الطاقة من الطعام المَهْضوم عبر سِلْسِلة من التفاعلات الكيميائية. هذه العملية التي يطلق عليها اسم **التنفّس الداخلي** تحدث في الخلايا، وبخاصة في العضلات. يُطلق على كافة عمليات الجسم التي تتضمن توليد الطاقة والنموّ وتحرير الفضلات اسم **الإسْتِقْلاب**.

التنفُّس الهوائي

التنفّس الهوائي هو تنفّس داخلي يستهلك الأكسجين، حيث يتّحد الغذاء، الذي يكون عادةً على شكل غلوكوز*، مع الأكسجين المستَنْشَق من الهواء. هذا التفاعل يحرِّر الطاقة بالإضافة إلى الماء وثاني أكسيد الكربون. وتقوم مواد كيميائية تدعى **الانزيمات** بتسريع التفاعل.

خلاصة
التنفّس الهوائي

غلوكوز + أكسجين

↓

طاقة + ثاني أكسيد الكربون + ماء

يُطْلَق بعض من الطاقة بشكل حرارة في عملية تسمى **التوليد الحراري**، أما الباقي فيُخزّن في مادّة كيميائية تدعى **أدينوزين ثلاثي الفُسفات (ATP)**. وعندما يحتاج الجسم إلى طاقة، يتفكك الأدينوزين ثلاثي الفسفات إلى **أدينوزين ثُنائي الفُسْفات (ADP)** محررًا طاقته المخزّنة.

سرعة الاستقلاب

يُطلق على السرعة الكليَّة التي يحوِّل فيها الجسم الطعام إلى طاقة اسم **سرعة الاستقلاب**. تتفاوت هذه السرعة من شخص لآخر.

فالأشخاص ذوو السرعة الاستقلابية البطيئة يحوّلون الطعام إلى طاقة ببطء. وهم يكتسبون الدهن بسهولة ولا يُظهرون عادة إلا القليل من الطاقة. أما الأشخاص ذوو السرعة الاستقلابية العالية فيتمتَّعون بنشاط وافر. وهم يحوّلون الطعام إلى طاقة بسرعة ولا يخزّنون إلا القليل من الدهن.

سرعة استقلاب مرتفعة	سرعة استقلاب منخفضة
طعام	طعام
↓	↓
طاقة	طاقة + دهن

يساعد التمرين المنتظم، كالسباحة مثلًا، على زيادة سرعة الاستقلاب والحفاظ على لياقة الجسم

القيمة الطاقوية

تسمى كمية الطاقة التي يمكن أن تتحرّر من الطعام **القيمة الطاقوية**. وهي تقاس عادة **بالكيلوجول (kJ)**. وقد تعطى أحيانًا **بالكيلوكالوري**، المعروفة أيضًا باسم **الكالوري**. ويساوي الكيلوجول 0.238 كيلوكالوري. ولمعظم الأطعمة المحفوظة لصاقات تبيِّن القيمة الطاقوية للطعام بالكيلوجول والكيلوكالوري معاً.

تستهلك السباحة حوالي 2250 كيلوجولاً (600 كالوري) من الطاقة في الساعة.

*غلوكوز، 356.

تأثيرات التمارين الرياضية

يشكِّل التمرين المنتظم جانباً مهماً من المحافظة على صِحَّة سليمة. فهو يساعد في الحفاظ على لياقة الجسم بثلاثة سُبُل، زيادة المقدرة والتحمُّل والليونة.

فالمَقْدِرة هي كمية القوة التي تنتجها عضلة أو مجموعة عضلات. أما **التحمُّل** فيساعد على القيام بالتمرين لمدة أطول دون الشعور بالتعب، في حين تصف **الليونة** مدى مرونة الجسم. وتساعد أنماط الأنشطة المختلفة على تطوير هذه الأوجه من اللياقة. ويبيِّن الجدول التالي تأثيرات بعض أنواع التمارين.

فوائد الرياضة

عندما يمارس الإنسان أحد التمارين، تحتاج عضلاته لمزيدٍ من الأكسجين لتحريرِ الطاقة بالتنفس الهوائي. فيبدأ بالتنفس بسرعة أكبر للحصول على أكسجين إضافي، الأمر الذي يقوِّي عضلات الصدر ويزيد من كمية الهواء الذي تستوعبه الرئتان.

ويدقّ القلب بسرعة أكبر لكي يضخّ الدم الغني بالأكسجين إلى العضلات، مما يقوِّي عضلات القلب. ويساعد الاندفاع القوي للدم عبر الأوعية الدموية على بقائها خالية من الموادّ الدهنية التي قد تتراكم وتسبِّب نوبة قلبية.

التمرين	A	B	C
كرة الريشة	★	★★	★
ركوب الدرّاجة	★★★	★	★★
الرّقص (النشيط)	★★	★★★	★
كرة القدم	★★	★★	★★
الجمباز	★	★★★	★★
تسلّق الجبال	★★	★	★
ركوب الخيل	○	○	★
الهَرْوَلة	★★★	★	★

نوع التمرين	A	B	C
الجودو	★	★★★	★
التزلّج بالمزلجة	★★	○	★
القفز (النشيط)	★★★	○	★
السباحة	★★★	★★★	★★★
كرة المضرب	★	★★	★
المشي	★	○	○
رفع الأثقال	○	○	★★★
اليوغا	○	★★★	○

الرموز **A**= التحمُّل **B**= الليونة **C**= المقدرة

○ = بدون جدوى ★= تأثير مفيد ★★ = جيد جداً ★★★= ممتاز

تحقّق بنفسك

قس نَبْضك بواسطة إصبعَيْك الأوّلين للضغط على الشريان الموجود في باطن المِعْصَم. عدّ عدد الدقات التي تحس بها في الدقيقة. بعد دقائق من التمرين، خُذ نَبْضك ثانية. ستجد أن قلبك يدقّ بسرعة أكبر.

تحسَّس الشريان الموجود في المعصم لجهة الإبهام.

التعب

غالباً ما يعجز الجسم عن أخذ كميَّة كافية من الأكسجين للتنفس الهوائي أثناء القيام بتمرين قاس، كالعَدْو السريع مثلاً. في تلك الحالة، تحوّل العضلات الغلوكوز إلى طاقة دونما استهلاك للأكسجين في عملية تدعى **التنفُّس اللاّهوائي**. وتبدأ مادة تسمَّى **حمض اللاكتيك** بالتراكم. عند ذلك يشعر الإنسان بألم عضلي ويقال إن الجسم يعاني من **دَيْن أكسجيني**.

يساعد التنفس العميق بعد ممارسة تمرين قاس في الحصول على كمية إضافية من الأكسجين «لتسديد» الدَّيْن الأكسجيني.

خلاصة
التنفس اللاّهوائي
غلوكوز طاقة + حمض اللاكتيك

ارتباطات الانترنت

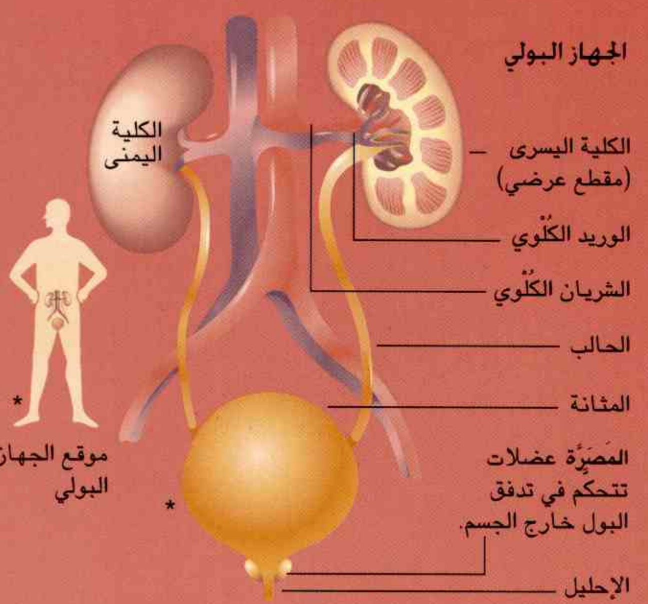
- انقر على "ysical ActivityPh" أو "yHealth Eating" لمزيد من المعلومات حول منافع التمارين الرياضية والنظام الغذائي السليم.
www.lifebytes.gov.uk/index_flash.html
- نصح حول تطوير وتيرة التمارين.
www.fi.edu/biosci/healthy/exercise.html
- معلومات متقدِّمة حول النبض وضغط الدم.
sln.fi.edu/biosci/monitor/vitals.html
- ابحث عن حاجتك من الأطعمة التي تعين جسمك في الأنشطة الرياضية وتصون الصحة.
www.kidshealth.org/kid/stay_healthy/food/sports.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

تمرِّن السِّباحة كلَّ العضلات، وهي ممتازة لبناء جسم قويّ ليِّن وقادر على التحمُّل.

فِعْلُ التَوازُن

لكي يعمل الجسم بشكل لائق وسليم، تحتاج الظروف الموجودة بداخله، كدرجة الحرارة ومستويات الماء والمواد الأخرى، إلى البقاء ثابتة. وهذا ما يُعرف **بالاِسْتِتْباب**. ومن المظاهر الهامة للاستتباب **الإِفْراغ** – وهو عملية إزالة الفضلات من الجسم. بالإضافة إلى ذلك، هناك موادّ تسمّى **الهرمونات** تساعد الجسم في التحكم بمستويات الموادّ الموجودة بداخله.



أَعْضَاء الإفراغ

يسمَّى أيّ جزء يُزيل الفضلات من الجسم **عُضْواً إفراغياً**. وتعتبر الكليَتان والكَبد أعضاء إفراغية أساسية، إلا أن هناك أعضاء أخرى أيضاً. فالرئتان، مثلاً، تزيل ثاني أكسيد الكربون والماء أثناء الزفير، والجلد يُزيل الماء والأملاح غير المطلوبة على شكل عَرَق.

تظهر صورة الأشعة السينية الأوعية الدموية داخل الكلية.

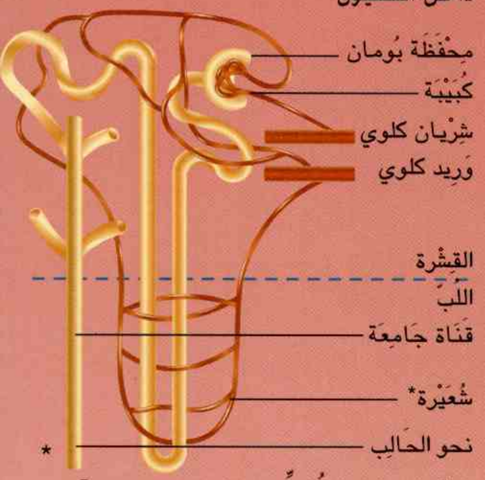
الجِهَاز البَوْلي

يتحكَّم **الجهاز البَوْليّ** بكمية الماء الموجود في الجسم. وهو يتألف من **كُلْيَتين**، وكيس يشبه البالون يسمَّى **المَثَانة**، ومن أنابيب تصل بينهما. يتدفق الدم عبر **الشريانَيْن الكلويَّيْن** إلى الكُلْيَتَيْن حيث يترشَّح بواسطة وحدات بالغة الصغر تدعى **الكُلْيونات** يبلغ عددها حوالي المليون.

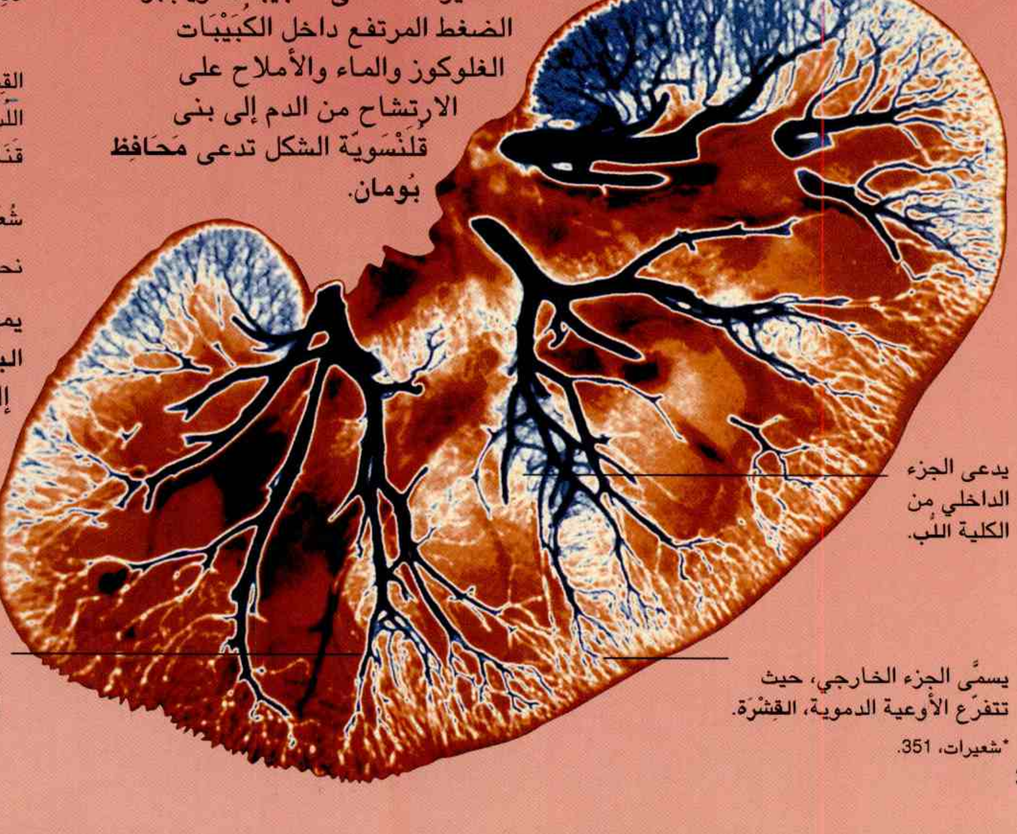
داخل كلّ كُلْيون (أنظر الرسم إلى اليسار)، ينشطر الشريان إلى عُقد من الشُعَيْرات* تدعى **الكُبَيْبات**. ويُجْبر الضغط المرتفع داخل الكُبَيْبات الغلوكوز والماء والأملاح على الارتشاح من الدم إلى بنى قلنْسَويّة الشكل تدعى **محَافِظ بُومان**.

أما الدم النظيف فيتدفَّق عبر **الوَريد الكُلْوي** عائداً إلى الجسم، في حين يرتحل السائل المُرْتَشِح على طول أنبوب عُرْويّ في الكليون، حيث يعاد امتصاص بعض الغلوكوز والماء والأملاح.

داخل الكليون



يمرّ السائل المُتَبقِّي، والذي يدعى الآن **البَوْل**، إلى **قَناة جَامِعَة** حيث يُصْرَف إلى منطقة تسمّى **حُوَيْضَة الكُلْوَة**. من هناك، يتدفق البَوْل عبر أنبوب يدعى **الحَالِب** إلى المثانة. يُخزَّن البَوْل لحين الشعور بالحاجة إلى التبوّل، حيث يُطْرَح خارج الجسم عبر قناة تدعى **الإحليل**.

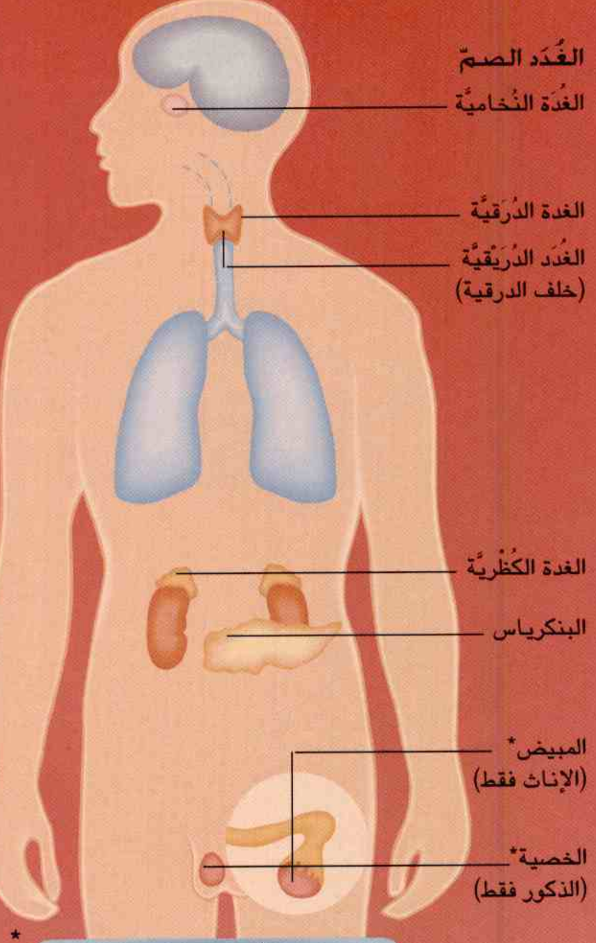


يمكن رؤية الأوعية الدموية بوضوح عن طريق حقنها بمائع لا تخترقه الأشعة السينية.

يدعى الجزء الداخلي من الكلية اللُب.

يسمَّى الجزء الخارجي، حيث تتفرَّع الأوعية الدموية، القِشْرَة.

*شعيرات، 351.



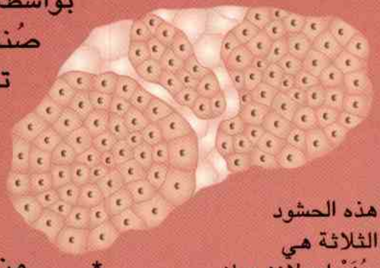
الهُرْمُونات

تُصنَع الهُرْمُونات في مجموعة من الخلايا تدعى **الغُدَد الصَمَّاء** وتُنْقَل عبر الجسم بواسطة الدم. ويصنع الجسم أكثر من 20 نوعاً من الهرمونات، يؤثِّر كلُّ نوع منها على جزء مختلف من الجسم يُطلق عليه اسم **العُضو المُستَهْدَف**. ويُبيِّن الجدول التالي الغُدَد الصمَّاء الرئيسيَّة وبعض الهرمونات التي تُفرِزها.

الغُدَّة	الهرمونات المُفرَزة	تأثير الهرمونات
النُخاميَّة	ومنها هرمون النمو والبرولاكتين	التحكم في الغدد الصمَّاء الأخرى، النموّ، إدرار حليب الأمهات.
الدريقية	هرمون الدُرَيْقات	ضبط مستويات الكلسيوم في الدم والعظام.
الكظرية	الأدرينالين، الألدوستيرون	ضبط مستوى غلوكوز الدم، سرعة القلب، مستوى الأملاح في الجسم.
الدرقية	التيروكسين	ضبط الاستقلاب*.
البنكرياس	الأنسولين، الغلوكاغون	ضبط استهلاك الجسم للغلوكوز.
الخصيتان (في الصفن)	التستوستيرون	ضبط النموّ الجنسي عند الذكور.
المبيضان* (في البطن)	الإستروجين، البروجستيرون	ضبط النموّ الجنسي عند الإناث.

التأثيرات المُتَعاكِسة

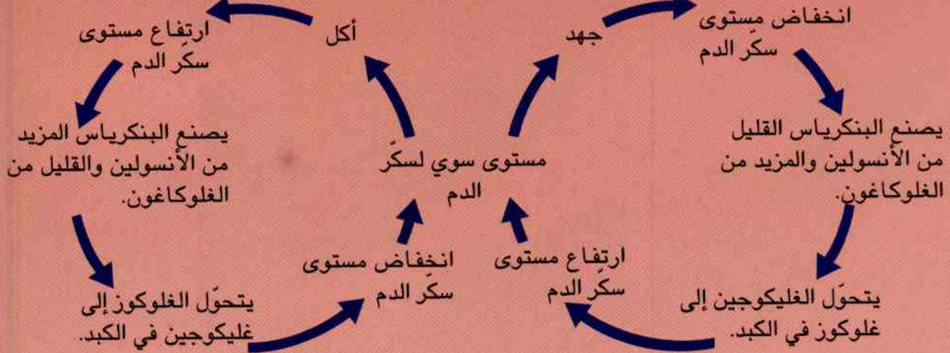
يعمل الكثير من الهرمونات في أزواج تولِّد تأثيرات متعاكسة. وهي تُعرف باسم **الهرمونات المتضادَّة**. فمثلاً، تحفظ كمية الغلوكوز* في الجسم عند مستوى ثابت بواسطة هرمونَيْ **الأنسولين والغلوكاغون**، اللذين يتم صُنعهما في البنكرياس بواسطة عناقيد من الخلايا تسمّى **جُزَيْرات لانغرهانس**.



هذه الحشود الثلاثة هي جُزَيْرات لانغرهانس.

ولكن إذا توقف البنكرياس عن صنع ما يكفي من الأنسولين، فإنه يسبِّب حالة مَرَضِيَّة تدعى **الدّاء السكريّ**. ويحتاج الأشخاص الذين يعانون من هذه الحالة إلى ضبط مدخول السُكَّر الذي يتناولونه، كما يضطر العديد منهم أيضاً إلى تناول أقراص الأنسولين أو أخذ حقن الأنسولين.

كيف يتحكّم الأنسولين والغلوكاغون بالغلوكوز



تحقّق بنفسك

يعمل بعض الهرمونات ببطء، ويعمل بعضها الآخر بسرعة كبيرة. لاحظ التأثير الذي يسبِّبه هرمون الأدرينالين على جسمك عندما تثار أو تخاف أو تغضب. إذ يعمل قلبك ورئتاك بسرعة أكبر لأخذ المزيد من الأكسجين لعضلاتك. وهذا يساعد على إعطائك قدرة إضافية إذا ما احتجت إلى القيام بعمل ما.

ارتباطات الانترنت

- انقر على "yskidne" للحصول على الكثير من المعلومات.
www.kidshealth.org/kid/body/mybody_SW.html
- اختر "eeP" في صندوق وظائف الجسم.
www.yucky.com/body/index.ssf?/splash.html
- انقر على "y SysţeminarUr" أو "ineEndocr System". انقر على النظارات لمزيد من المعلومات.
www.innerbody.com/htm/body.html
- شاهد فيلماً عن جهاز الغُدَد الصُمّ.
www.brainpop.com/health/endocrine/endocrine/index.weml
- اقرأ عن كل ما يتعلق بالمحافظة على توازن الجسم.
www.ri.ac.uk/Christmas/1998/detail_index.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*استقلاب، 360؛ خصيتان، صفن، 376؛ غلوكوز، غليكوجين، 356؛ مبيضان، 376.

الجهاز العصبيّ

يتألف **الجهاز العصبي** من الدماغ والنخاع الشوكي والأعصاب ويُعرف الدماغ والنخاع الشوكي **بالجهاز العصبي المركزي**. وهما يَتلقَّيان المعلومات من كلِّ أقسام الجسم ويُعالجانها، ثم يُرسلان التعليمات إلى أجزاء أخرى من الجسم. أما شبكة الأعصاب التي تنقل المعلومات إلى هذه المنطقة المركزية ومنها فتسمَّى **الجهاز العصبي المحيطي**.

الخلايا العصبية

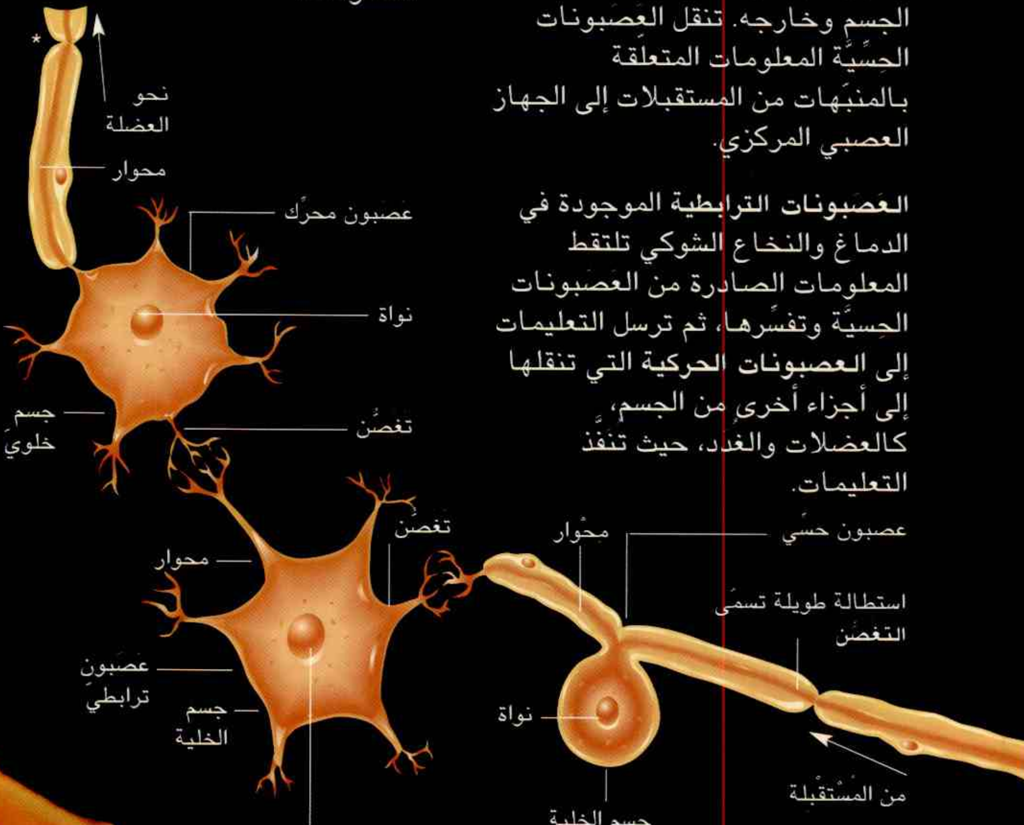
يحتوي الجهاز العصبي على ملايين الخلايا العصبية التي تسمَّى **العَصَبونات**. وهناك ثلاثة أنواع منها: الحِسِّيَّة والترابطيَّة والحركيَّة.

تملك **العَصَبونات الحِسِّيَّة** نهايات عصبيَّة حسَّاسة تسمَّى **المُستقبِلات**، تستجيب للمنبِّهات، مثل الضوء أو الحرارة أو المواد الكيميائية، داخل الجسم وخارجه. تنقل العَصَبونات الحِسِّيَّة المعلومات المتعلقة بالمنبِّهات من المستقبلات إلى الجهاز العصبي المركزي.

العَصَبونات الترابطية الموجودة في الدماغ والنخاع الشوكي تلتقط المعلومات الصادرة من العَصَبونات الحِسِّيَّة وتفسِّرها، ثم ترسل التعليمات إلى **العصبونات الحركية** التي تنقلها إلى أجزاء أخرى من الجسم، كالعضلات والغدد، حيث تنفَّذ التعليمات.

أقسام العَصَبون

لكلِّ عَصَبون **جِسْمُ خَلِيَّة** يحتوي على النواة وعلى خيوط تسمَّى **الألياف العصبية**. وهناك نوعان من الألياف: **التغصُّنات** التي تنقل المعلومات باتجاه جسم الخلية، و**المَحاوير** التي تنقل المعلومات بعيداً عنه. وترتبط محاوير إحدى الخلايا مع تغصُّنات خلية أخرى، أو عضلة، لتمرير المعلومات.



إن التغصُّنات والمحاوير قد تكون أطول مما هي عليه في هذا الرسم.

الأعْصَاب

الأعصاب حبال تحمل حزَم الألياف العصبية. وتحوي **الأعصاب الحسِّيَّة** على ألياف العَصَبونات الحسِّية فقط. وتحوي **الأعصاب الحركيَّة** على ألياف العصبونات الحركية فقط. أما الأعصاب **المختلطة** فهي تحوي أليافاً من النوعين.

النخاع أو **الحبل الشوكي** حزمة ثخينة من الأعصاب، تجري من الدماغ نزولاً داخل نفق من الثقوب في العمود الفقري. وتمرّ الدُفعات الصادرة عن كل أقسام الجسم عبر النخاع الشوكي.

في هذه الصورة المكبَّرة جداً للخلايا العصبية في الدماغ، تمثل المناطق البرتقالية أجسام الخلايا.

الدُّفُعات العَصَبيَّة

تنتقل المعلومات على طول العَصَبونات بشكل إشارات كهربائية تدعى **الدُّفعات العَصَبيَّة**. عند وصول الدُّفعَة إلى المَوْصِل الموجود بين عَصَبون وآخر، تتحرَّر مادة كيميائية تدعى **النَّاقل العَصَبي**. وإذا تراكمت كمية كافية من هذه المادة الكيميائية في العَصَبون التالي، يصار إلى إرسال الدُّفعة.

أنماط الأفعال

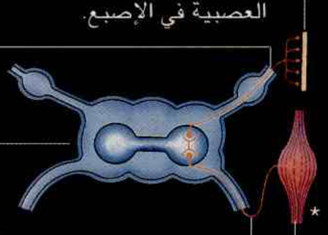
هناك نمطان من الأفعال الرئيسيَّة ينفِّذها الجسم. **الأفعال الإرادية**، وهي الأفعال التي يمكن للدماغ أن يتحكم بها بوعي، كرَفْع كوب مثلاً. وفيها تصل الدُّفعات العصبية إلى الدماغ حيث يتم تحليلها قبل أن يقرِّر الإنسان أيَّ فعل يختار. أمَّا **الأفعال اللاإرادية** فهي الأفعال التي لا يتحكم فيها الدماغ بوعي. وعلى سبيل المثال، تعتبر عمليات الهضم والتنفس والدوران لاإرادية. وتسمى الأعصاب التي تتحكم في الأفعال اللاإرادية **الجهاز العَصبي المُسْتَقل**.

الأَفْعَال الانْعِكاسيَّة

الأَفْعَال الانْعِكاسيَة هي أفعال لاإراديَّة، تأخذ عادة أشكال حركات فجائية، كَسَحْب اليد مثلاً بعيداً عن شيء حار. والنُّخاع الشَّوْكيّ هو الذي يوجِّه معظم الأفعال الانعكاسية. ويعود إدراك الإنسان لهذه الأفعال إلى دُفعات أخرى ترسَل إلى الدماغ لإعلامه بما يحصل. ويسمَّى الطريق الذي تسلكه الدفعات خلال فعل انعكاسي **القَوْس الانعكاسيَّة**.

قَوْسٌ انعكاسيَّة

يظهر هذا الرسم المسار الذي تتبعه الدُّفعات العصبية عند وخْز الإصبع.



إن الخيوط المتشابكة على يمين الصورة هي لألياف عصبية موجودة في الدماغ.

ارتبَاطات الانترنت

- استكشف "The Neuron" و "aliphererP ous SystemvNer" لمزيد من المعلومات والألعاب. *faculty.washington.edu/chudler/introb.html*
- انقر على «ous SystemvNer» للحصول على صورة معرفة، ثم انقر على "Animations". *www.innerbody.com/htm/body.html*
- انظر إلى هذه الصورة الثلاثية الأبعاد للعَصَبون لفهم كم هي العصبونات معقدة. *www.ini.unizh.ch/stereo_pict/stereo.html*
- يشمل هذا الارتباط اختبارات عن ردود الفعل الانعكاسية. *ericir.syr.edu/Projects/Newton/13/lessons/rlxes.html*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

تحقّق بنفسك

اجلس على كُرسيّ وضع رجلاً فوق رجل بشكل متراخ، وانقر بحرف يدك بشكل حاد أسفل رأس الركبة (الرَّضْفَة) مباشرة. إذا أصبت البقعة الصحيحة، فإن ساقك ستنفض نحو الأعلى. وهذا ما نسمّيه الفعل الانعكاسي.

الدِّمَاغ

يتحكَّم الدِّمَاغ في كل أمر يحدث في الجسم. فالمعلومات، التي تأخذ شكل دفعات* عصبية، تنتقل إلى الدماغ ومنه عبر حزمة عصبيَّة ثخينة موجودة في النُخَاع الشَوْكيّ. والدماغ هو العضو الوحيد الذي يأخذ القرارات المتعلقة بالأفعال، مستنداً بذلك على خبرة ماضية (معلومات مخزَّنة) وحوادث آنيَّة وخطط مستقبلية.

الدماغ من الداخل

يتألف دماغ الإنسان من ملايين العَصَبونات. وهو محميٌ بالجُمْجُمَة ومُوَسَّد بطبقة رقيقة من سائل يدعى **السائل المُخّي النُخاعيّ**. ويُقسم الدماغ إلى أربعة أقسام رئيسيَّة: المُخّ والمُخَيْخ والدِّماغ البَيْنِيّ وجِذْع الدماغ.

المُخّ هو القسم الأكبر من الدماغ، يتحكم في معظم الأنشطة البَدَنيَّة والعديد من الأنشطة العَقْلية، كالتفكير واكتساب المعرفة، كما يتحكَّم أيضاً في **المُخَيْخ**، الذي ينسِّق بدوره حركة العضلات والتوازن.

أما الدِّماغ البَيْنيّ فينقسم إلى قسمَيْن. **المِهاد**، الذي يَفْرُز الدُفعات عند دخولها في الدماغ ثم يوجِّهها نحو أجزاء أخرى من الدماغ بغرض معالجتها. **والوِطاء**، الذي يلعب دورا حيوياً في عملية الإسْتِتْباب*. وهو يَضْبُط الجوع والعَطَش ودرجة حرارة الجسم وتحرير الهرمونات* من الغدَّة النُخَاميَّة.

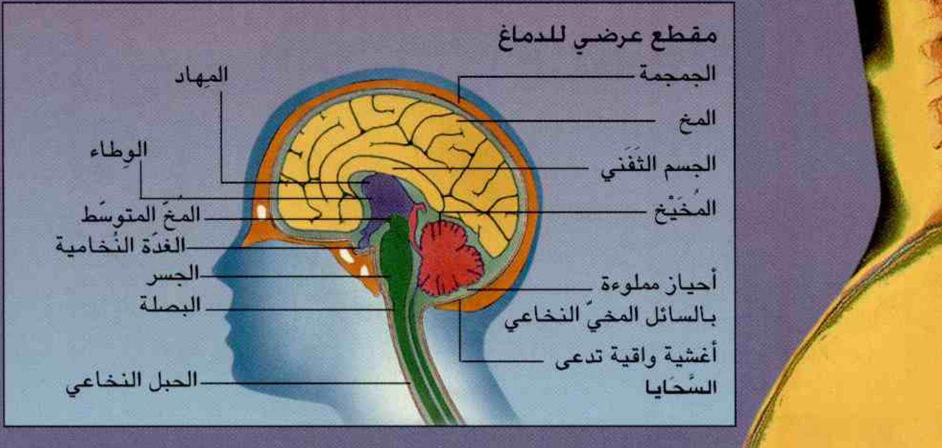
يتحكَّم **جِذْع الدِّماغ** بالوظائف التلقائيَّة، مثل خَفَقان القلب والتنفُّس. ويتألف من ثلاثة أجزاء: **الجِسْر والبَصَلَة والدِّماغ المُتوسِّط**.

تبيِّن صورة الحاسوب هذه موقع الدماغ في الجمجمة.

يُدعى هذا القسم الرئيسي من الدماغ المُخّ. وهو يتحكم في الحواسّ والذكاء والإحساسات، كما يتحكم أيضاً في المُخَيْخ الذي يسيطر بدوره على الحركة.

المُخَيْخ

يحمي العمود الفقري حبلاً طويلاً من الألياف العصبية يسمَّى الحبْل النُخَاعيّ (النخاع الشوكي). ويمتد هذا الحبل من الدماغ نزولاً عبر نفق في العمود الفقري. وتمرّ الدُفعات العصبية من كلِّ أقسام الجسم عبر الحبل النخاعي.

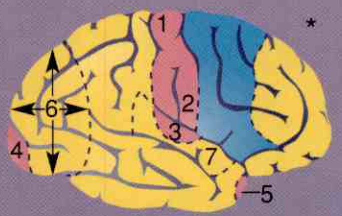


*استتباب، 362؛ عصبونات، 364؛ نبضات عصبية، 365؛ هرمونات، 362.

بَاحَات المُخ

تسمّى الطبقة الخارجية للمخّ **قِشْرَة المُخّ**. ويمكن تقسيمها إلى ثلاثة أنماط من البَاحَات. **البَاحَات الحِسّيَّة** التي تتلقى المعلومات من كل أقسام الجسم، كالعيون والآذان. و**الباحات الترابطيَّة** التي تحلِّل المعلومات وتتَّخذ القرارات. و**الباحات الحركية** التي ترسل الأوامر لعمل العضلات والغُدَد*.

باحات المُخ



البَاحَات الحِسيَّة
1. تستقبل الدُفعات من العضلات والجلد والأعضاء الداخلية.
2. تستقبل الدُفعات من اللِسَان.
3. تستقبل الدُفعات من الأذنَيْن.
4. تستقبل الدُفعات من العَيْنَيْن.
5. تستقبل الدُفعات من الأنف.

الباحات الترابطية وتشمل:
6. توليد البصر.
7. توليد السَّمْع.

الباحات الحركية. يرسل كل جزء دقيق دفعات إلى عضلة معيَّنة.

مُقَسَّم إلى نِصْفَيْن

يتكوَّن المُخّ من نصفَيْن إثنَيْن يُسمّيان **نِصَفي الكرَة المُخيَّة**. وهما يرتبطان معاً بواسطة **الجِسْم الثَفَنيّ**، الذي هو عبارة عن حزامٍ ثخينٍ من الألياف العصبية. يتحكم كلّ نصف كرةٍ بالجانب المقابل من الجسم أو يعنى بمهارات مختلفة.

نصفا كرة الدماغ

فعلى سبيل المثال، يتحكم نصف الكرة الأيسر، في الشخص الأيْمَن، باستخدام اللغة، في حين يتخصّص الجانب الأيمن منه بالتعرّف إلى الأشياء. أما في الشخص الأعْسَر، فيكون الأمر معكوساً.

*غدد، 355، 363.

الذاكرة

هناك نوعان مختلفان من الذاكرة. **ذاكرة المهارات الحركية** التي تساعدك في تذكر كيفية أداء الأعمال، كالمشي أو ركوب الدراجة. و**الذاكرة الواقعية** التي تسمح لك بتذكر قطع معيَّنة من المعلومات.

وهناك أيضاً مستويان للذاكرة. **الذاكرة القصيرة الأمد** التي تخزِّن المعلومات لبضع دقائق فقط. و**الذاكرة الطويلة الأمد** التي تمكنك من تذكر الأمورلمدة أطول.

ويمكن للمعلومات أن تُخَزَّن في ذاكرتك الطويلة الأمد لمدى الحياة.

تحقّق بنفسك

اختبر ذاكرتك القصيرة الأمد بقراءة لائحة الأرقام أدناه من جانب إلى آخر، ثم انظر كم بمقدورك أن تدوِّن منها بالترتيب. إن معظم الأشخاص لا يستطيعون تذكر أكثر من سبعة أرقام

3 0 9 7 1 2 8 5 4 1 6 9

المَوْجَات الدِّماغيَّة

يمكن اكتشاف الدُفُعات الكهربائية بين الخلايا العصبية في الدماغ عبر الجمجمة بواسطة مجسّات وساديَّة تدعى **الإلكترودات**. تسجِّل أشكال الموجات، أو **موجات الدماغ**، على مخطط يسمّى **مخطط كهربائية الدماغ**. ويستعين الأطباء بهذا المخطَّط للتأكد مما إذا كان دماغ الإنسان يعمل بصورة سوية.

الأنماط الرئيسية لموجات الدماغ

موجات ألفا وهي تظهر في اليقظة وتختفي أثناء النوم.

موجات بيتا وهي تظهر عند التفكير، أو عند استقبال دفعات من الحواسّ.

موجات تيتا وهي تظهر في مخطَّط كهربائية الدماغ عند الأطفال، وعند البالغين الذين يعانون من كرْب أو من بعض الاضطرابات الدماغية.

موجات دلتا وهي تظهر في مخطَّط كهربائية أدمغة الرُضَّع وفي نوم البالغين. وقد تكون علامة على اضطراب دماغي عند البالغ اليَقِظ.

النوم

يُستخدم مخطَّط كهربائية الدماغ أيضاً لدراسة نشاط الدماغ أثناء النوم. وهناك نوعان من النوم. يُعرف الأول **بنوم حركة العين السريعة** أو **نوم الرِّيم**، وفيه تتحرَّك العينان وهما مُغمَضَتان. ويُعرف الثاني **بنوم اللاّريم**. في نوم الرِّيم، تكون ذُرى وبُطون الموجات على المخطط متقاربة جداً، ما يدلّ على أن الدماغ نَشِط جداً. أما في نوم اللاريم، فتكون ذُرى وبطون الموجات متباعدة بعضها عن بعض، ما يعني أن الدماغ أقلُّ نشاطاً.

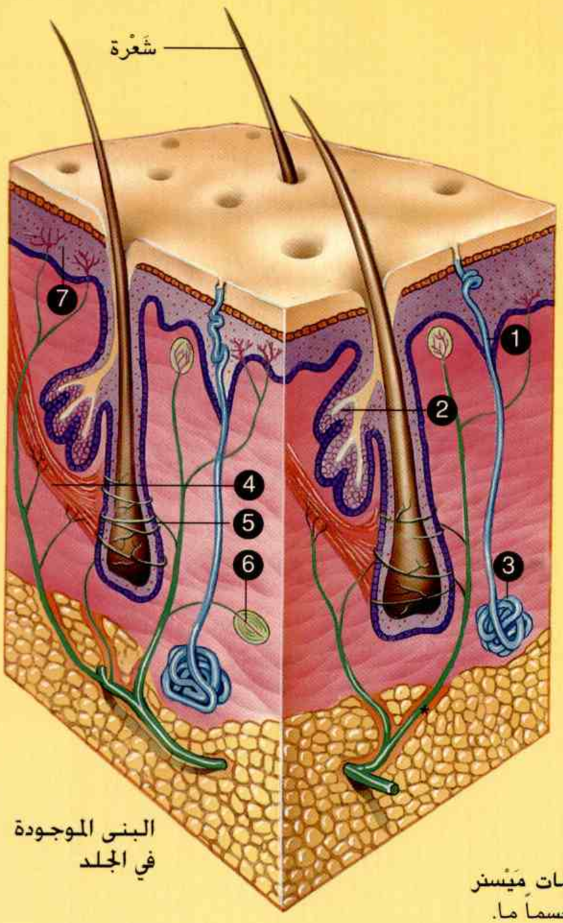
ارتباطات الانترنت

- انقر على «ous SystemvNer» ثم على النظَارة على الدماغ للحصول على مزيد من المعلومات والصور. *www.innerbody.com/htm/body.html*
- انقر على «ain BasicsBr» للحصول على معلومات واختبارات وحقائق وألعاب. *faculty.washington.edu/chudler/introb.html*
- اسبر هذا الدماغ لمعرفة أيٍّ من باحاته يتحكَّم بالأقسام المختلفة للجسم. *www.pbs.org/wgbh/aso/tryit/brain/*
- حقائق وإحصاءات متعلِّقة بأدمغة حيوانات مختلفة وأجهزتها الجسمية. *faculty.washington.edu/chudler/facts.html*
- انقر على «ainBr» لمزيد من المعلومات عن الدماغ. *www.kidshealth.org/kid/body/mybody_SW.html*

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

الجِلْد والأظَافِر والشعْر

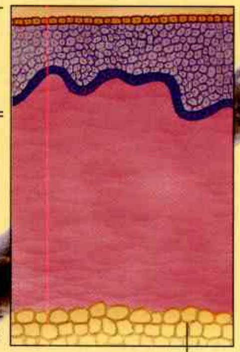
الجلْد هو العُضو الأكبر في الجسم. وهو يؤلِّف، مع الشَّعْر والأَظَافر، **الجهاز الجِلْدي** الذي يغطي الجسم ويحميه من التلف والعَدْوى والتَّجْفاف. ويساهم الجلد أيضاً في إبقاء درجة حرارة الجسم ثابتة، كما يزيل بعض الفضلات، ويصنع الفيتامين D، ويلتقط معلومات عن البيئة المحيطة بالإنسان.



البنى الموجودة في الجلد

طَبَقات مختلفة

يُقسم الجلد إلى طبقتَيْن رئيسيَّتين: **البَشْرة الخارجية**، و**الأَدَمة الداخلية**. وتحتوي الأدمة على أوعية دموية بالإضافة إلى بنى أخرى كالمُسْتقبلات*. ويوجد تحت الأَدَمة مَخْزَنٌ للخَلايا الدهنية، يدعى **الطبقة تحت الجلدية**، يساعد في إبقاء الجسم دافئاً.



أما البَشْرة فتنقسم إلى عدة طبقات. **الطبقة المتقرِّنة** في الأعلى، وهي مؤلَّفة من خلايا جلدية مسطحةٍ وميتة، ممتلئة ببروتين متصلب مانع للماء يسمَّى **الكيراتين**. وهذه الخلايا تَبْلى باستمرار وتُستَبْدَل بخلايا أخرى من الطبقة الواقعة أسفل منها.

في داخل الجلد

تحتوي الأدمة أيضاً، بالإضافة إلى الكثير من الأوعية الدموية (غير المبيَّنة هنا)، على بنى مختلفة تساعد الجلد في إنجاز العديد من الأعمال.

وظائف البنى الموجودة في الجلد

1. ترسل مُسْتَقْبلات لمسيّة تدعى **جسيمات مَيْسنر** دُفَعات إلى الدماغ عندما يلمس الجلد جسماً ما.

2. تُفْرز **الغُدَد الزُهْميَّة** زيتاً يسمَّى **الزُهْم**، يساعد في إبقاء الشَّعْر والجلد مانعَيْن للماء وطريَّيْن.

3. تُفْرز **الغُدَد العَرَقيَّة** العَرَق.

4. تسبِّب **العضلات النَّاصِبَة للشعر** وُقوف الشَّعْر، عندما يبرد الجسم مثلاً.

5. **الضَفَائر الشَّعْريَّة** هي مجموعات نهايات الألياف العصبية. تشكل كلُّ ضَفيرة شبكة حول الأنابيب الضيِّقة التي تحوي الشَّعْر، وتُرسِل دُفعات إلى الدماغ عندما يتحرك الشَّعْر.

6. تُرسِل مُسْتَقْبلات ضَغْطيَّة تسمَّى **جُسَيْمات باتشيني** دُفعات إلى الدماغ عند تلقي ضغط عميق.

7. تُرسِل **مُسْتَقْبلات الألَم** دُفعات إلى الدماغ عندما تصبح أيّ إثارة، كالحرارة أو الضغط، كبيرة جداً. ويفسر الدماغ هذه الدفعات على شكل ألَم.

تحقّق بنفسك

اضغط بلطف قطعة من شريط لاصق على ظاهر اليد، ثم انزعها وتفحَّصها بعناية تحت عدسة مكبِّرة. سيكون بمقدورك رؤية قُشارات دقيقة من جلد بَشَرتك الميت.

القُشَارة التي تراها هنا هي خلايا جلد ميِّتة من الطبقة العليا للبَشْرة. هذه الخلايا ستتساقط ويُستعاض عنها بخلايا من الطبقات الأدنى.

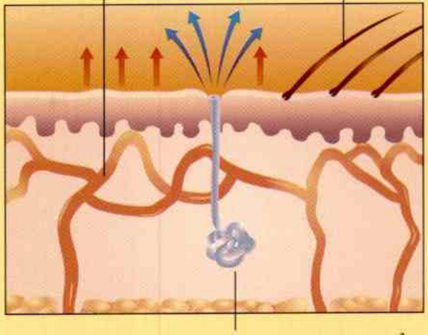
شَعْر نام من الجلد، يظهر مكبَّراً أكثر من 1000 مرَّة.

*مستقبلات، 364.

ضَبْط دَرَجة الحرارة

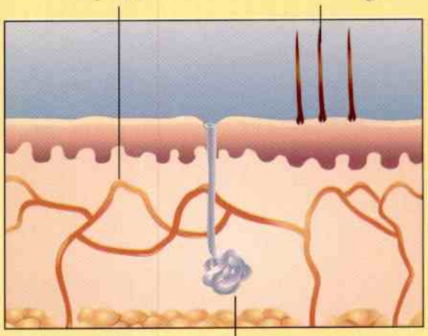
يقوم الجلد بدَوْرٍ حيويّ في إبقاء درجة حرارة الجسم ثابتة، كما هو مُبَيَّن في الأسفل.

كيف يَبْرُد الجلد



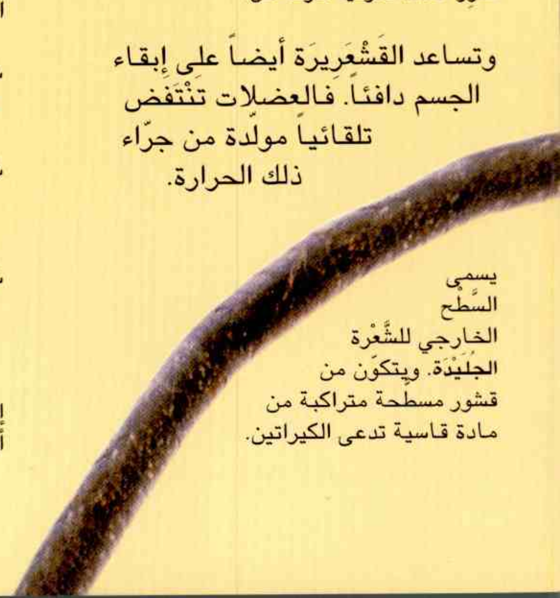
يُفْرز العَرَق، ويتسرَّب عبر ثقوب تدعى المَسَامّ. وكلما جفَّ، امتصّ حرارة الجلد وأعطى إحساساً بالبرودة.

كيف يحتفظ الجلد بالحرارة



تُفْرز الغُدَد العَرَقيَّة عَرَقاً أقل.

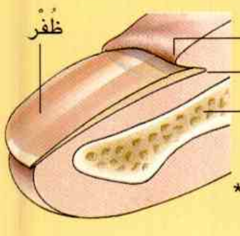
وتساعد القَشْعَريرَة أيضاً على إبقاء الجسم دافئاً. فالعضلات تنْتَفض تلقائياً مولِّدة من جرّاء ذلك الحرارة.



يسمى السَّطح الخارجي للشَّعْرة **الجُلَيْدَة**. ويتكوّن من قشور مسطحة متراكبة من مادة قاسية تدعى الكيراتين.

الأَظَافِر

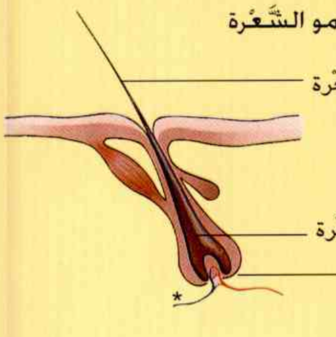
تساعد الأظافر في لَمْس الأشياء والإحساس بها عن طريق توفير مَسَانِد متينة تدعم رؤوس الأصابع الحسَّاسة. والأظافر هي كالجلد مكوَّنة من مادة الكيراتين وهي تنمو من صفّ من خلايا انقسامية تدعى **جَذْر الظُفْر**.



الشَّعْر

ينمو الشَّعْر من وِهَاد عميقة في الجلد تدعى **الجُرَيْبات**. تنقسم الخلايا عند قاعدة كل شَعْرَة دافعة إياها عبر الجُرَيْب. وتسمّى الشَعْرة التي نراها **ساق الشَّعْرة**، وهي مكوّنة من خلايا ميّتة، الأمر الذي يجعلنا لا نحسّ بالألم عند قصّ الشَّعْر.

كيف تنمو الشَّعْرة



أنْماط الشَّعْر

إن شكل كل جريب يحدّد إذا ما كان الشعر أملس أو متجعدا.

دَاكِن وفاتِح

يحتوي الجلد على خلايا تدعى **الخلايا الملانيَّة**، تُنْتج مادة قاتمة تسمّى **الملانين**. يمتص الملانين بعضاً من أشعة الشمس فوق البنفسجية الضارَّة، فيحمي بذلك الجلد منها. يتأثر لون الجلد بكميَّة المِلانين المنتجَة.

فالملانين في الأشخاص البيض يتواجد فقط في الطبقات السفلى من البشرة. أما الملانين في الأشخاص ذوي البَشَرة الداكنة فيكون ذا كميَّة أكبر ويتواجد في كلِّ الطبقات. يمنح اختلاط المِلانين مع **الكارُوتين**، وهي مادة كيميائية برتقالية اللون، الجلد لوناً أصفر. و**النَّمَش** هو بقع جلدية صغيرة تحوي كمية من المِلانين تفوق ما تحويه المنطقة المحيطة بها.

ينتج لَوْن الشَّعْر أيضاً عن المِلانين. فالشَّعر الداكن، مثلاً، يحوي في الغالب ملانيناً صافياً. أما الشَّعْر الأشْقر فيحوي نوعاً من الملانين يحتوي على الكبريت. بينما ينتج الشَّعْر الأحْمر عن نوع من الملانين يحتوي على الحديد.

بعض الاختلافات في لون الجلد والشعر

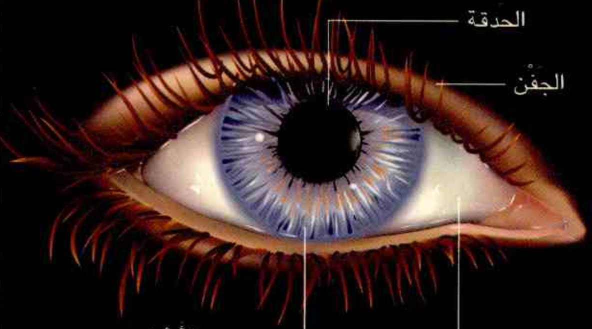
ارتباطات الانترنت

- شاهد أفلاماً عن الشَّعْر والأظافر والجلد.
  www.brainpop.com/heath/integumentary/hair/index.weml
  www.brainpop.com/health/integumentary/nails/index.weml
  www.brainpop.com/health/integumentary/skin/index.weml
- انقر على «Hair»، «Nails» أو «Skin».
  www.kidshealth.org/kid/body/mybody_SW.html
- حقائق وألعاب واختبارات موجزة عن الجلد.
  faculty.washington.edu/chudler/receptor.html
- ألْق نظرة على هاتين الصفحتيْن لاكتشاف أموراً متعلقة بالأظافر.
  beakman.com/fingernail/fingernail.htm
  beakman.com/gbump/gbump.html
- انقر على «ous SystemvNer» ثم انقر على كلمتي الشَّعْر والجلد لمزيد من المعلومات.
  www.innerbody.com/htm/body.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

العَيْنان

العَيْنان هما عضوا البَصَر. والإنسان يُبْصِر الأشياء لأن الأشعة الضوئية ترتدّ عنها وتدخل في عينيه. وترسل الخلايا الحسَّاسة للضوء الموجودة في مؤخّرة العين معلومات إلى الدماغ، حيث يقوم بتفسيرها على شكل صورة. ترى كلُّ عَيْن الأجسامَ من زاوية مختلفة، ويقوم الدماغ بدمج الصورتين معاً ليمكننا من رؤية ثلاثية الأبعاد. وهذا ما يسمّى **الرُّؤيَة المجسَّمة**.

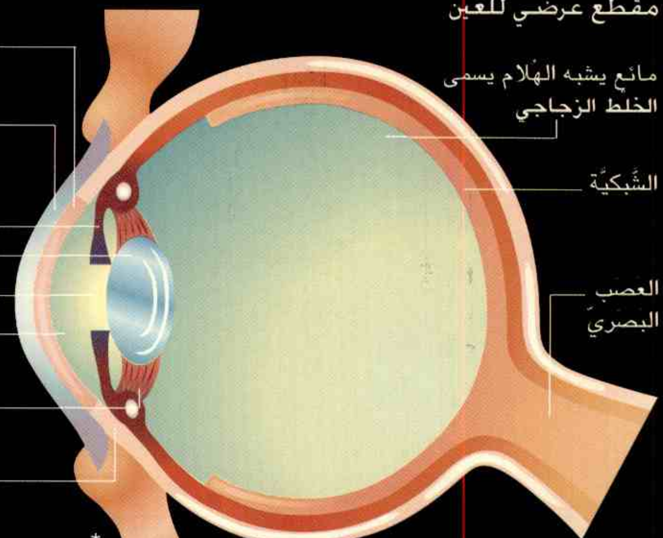


كيف تعمل العَيْنان

تدخل أشعة الضوء إلى العَيْن عبر ثُقْب يدعى **الحدَقة**، وتنتقل خلال طبقة شفافة تسمّى **القَرْنيَّة** وقرص يسمى **العَدَسة**. يحني هذان العضوان أشعة الضوء التي تشكل صورة على **الشبكيَّة** الموجودة في مؤخرة العين. وتقوم العَدَسة أيضاً بقلب الصورة رأساً على عقب.

تحتوي الشبكية على مستقبلات* حساسة تسمى **العصيات** و**المخاريط**. وتحوّل هذه المستقبلات الصورة إلى نبضات عصبية تنتقل الى الدماغ بواسطة **العصب البصري**. يفسّر الدماغ هذه النبضات على شكل صورة، ثم يعود فيقلبها الى وضعيتها الأصلية مرّة ثانية.

مقطع عرضي للعين

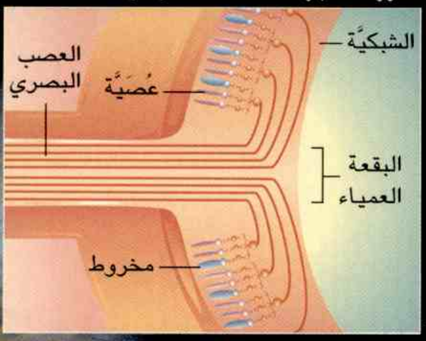


*

العُصيَّات والمَخارِيط

يوجد في كلِّ عَيْن حوالي 125 مليون عُصَيَّة و 7 ملايين مخروط. تكشف العُصيَّات اللونَيْن الأسود والأبيض، وهي تعمل جيداً في الضوء الضعيف. أما المخاريط فهي تُميِّز الألوان ولكنها تحتاج إلى ضوء ساطع لكي تعمل. لذلك لا يرى الإنسان في الليل إلا ظلالاً رمادية لأن العصيّات هي وحدها التي تعمل.

صورة مكبَّرة لمنطقة الشبكيَّة



*

يملك الإنسان ثلاثة أنواع من المخاريط، مخاريط حسَّاسة للضوء الأحمر وأخرى حسَّاسة للضوء الأخضر وثالثة للضوء الأزرق. ويستجيب كلُّ نوع بمقدار مختلف يتوقف على اللون الذي تنظر إليه. فمثلاً، إذا نظرت إلى جسم أرجواني، تستجيب المخاريط الزرقاء والحمراء بشدة أكثر من المخاريط الخضراء. ولا يستطيع الأشخاص المصابون **بعَمَى الألوان** تمييز الألوان جيداً بسبب عيوب في بعض المخاريط.

تحقّق بنفسك

لا توجد عُصيَّات ومخاريط في المنطقة التي يترك فيها العصب البصري العين، فإذا ما سقطت صورة عليها، فإنك لا تستطيع رؤيتها، ولذلك يُطلق عليها اسم **البُقعة العَمْياء**. قم باختبار لإيجاد بقعتك العمياء بإمساك هذه الصفحة على مسافة طول ذراعك. أغمض عينك اليسرى وحدق بالمربع بواسطة عينك اليمنى. قرِّب الصفحة شيئاً فشيئاً من وجهك ولاحظ كيف تختفي الدائرة.

*مستقبلات، 364.

حَجْم الحَدقة

تحتوي القُزَحيَّة الملوَّنة على **عضلات شعاعيَّة ودائرية** تتحكم في حجم الحدقة وبمقدار الضوء الداخل الى العين. ففي الضوء الضعيف، تتقلص العضلات الشّعاعية، الأمر الذي يجعل الحدقتيْن أوسع ويسمح بالتالي بدخول كمية أكبر من الضوء. أما في الضوء الساطع، فإن العضلات الدائرية هي التي تتقلص، فتسبِّب انكماش الحدقتين لمنع العين من الانبهار.

القُزَحيَّة والحَدَقَة
الخيوط الشّعاعيَّة هي عضلات شعاعية تساعد في ضبط حجم الحدقة.

الرؤية بوضوح

عندما تدخل أشعَّة الضوء الصّادرة عن جسم ما إلى العين، فإنها تنحني نحو الداخل بواسطة القَرْنيَّة والعَدسة. وتسمّى النقطة التي تتركَّز فيها الأشعة الضوئية **البؤرة**. فإذا تركزت الأشعة على الشبكيَّة، يكون كلّ ما يراه الإنسان واضحاً وجلياً. وتغيِّر العدسة شكلها عند النظر إلى الأجسام من مسافات مختلفة، ما يجعل الأشعة الضوئية تنكسر بمقادير مختلفة، مبقية الصورة في البؤرة.

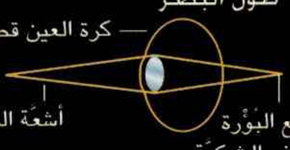
بَصَرٌ سليم

وبعض الأشخاص لا يتمكَّنون من تبئير الضوء بدقة. فالأشخاص الذين يعانون من **قصر النَّظر** لا يستطيعون رؤية الأجسام البعيدة بوضوح. وتكون المُقْلَة (كرة العين) لديهم طويلة، ما يجعل العدسة تحني الأشعَّة بدرجة كبيرة، فتتبأر قبالة الشبكيَّة وليس عليها.

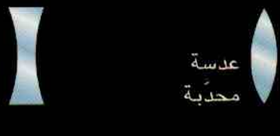
قِصَر البَصَر

أما الأشخاص الذين يعانون من **طول النَّظر** فهم لا يستطيعون رؤية الأجسام القريبة بوضوح. وتكون المقلة لديهم قصيرة، ما يجعل العدسة تحني الأشعَّة بدرجة طفيفة، فتبلغ الصورة الشبكيَّة قبل أن تتركز.

طول البَصَر



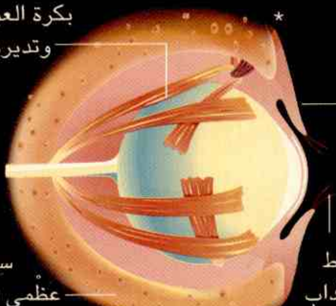
يمكن تصحيح قصر النظر باستعمال نظّارات أو عدسات لاصقة ذات **عدسات مقعَرة**. أما طول النظر فيتطلّب **عدسات محدَّبة**.



حِمَاية العَيْن

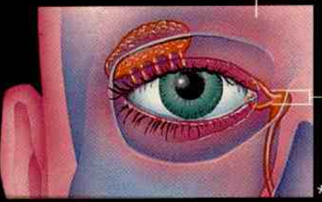
العيون أعضاء مُرْهفَة جداً. وتحمي عظام الجمجمة معظم كرة العين. أما مقدِّمة العين فتحميها طبقة رقيقة من الجلد تعرف **بالجفْن**.

حماية كُرَة العَيْن



ويُبعد الجفْنان الغُبار والأوساخ عن العينين. وعندما تطرف العين، يقوم الجفْن بكفكفة **الدموع** مبقيا العين نديَّة ونظيفة. تحوي **الدموع** موادّ كيميائية تساعد في قتل البكتيريا. وهي تتكوَّن في **الغدد الدمْعيَّة** الموجودة فوق كل عين، وتصْرف عبر الأنْف بواسطة **قناتيْن دمعيتَيْن**.

توليد الدموع في العين اليسرى



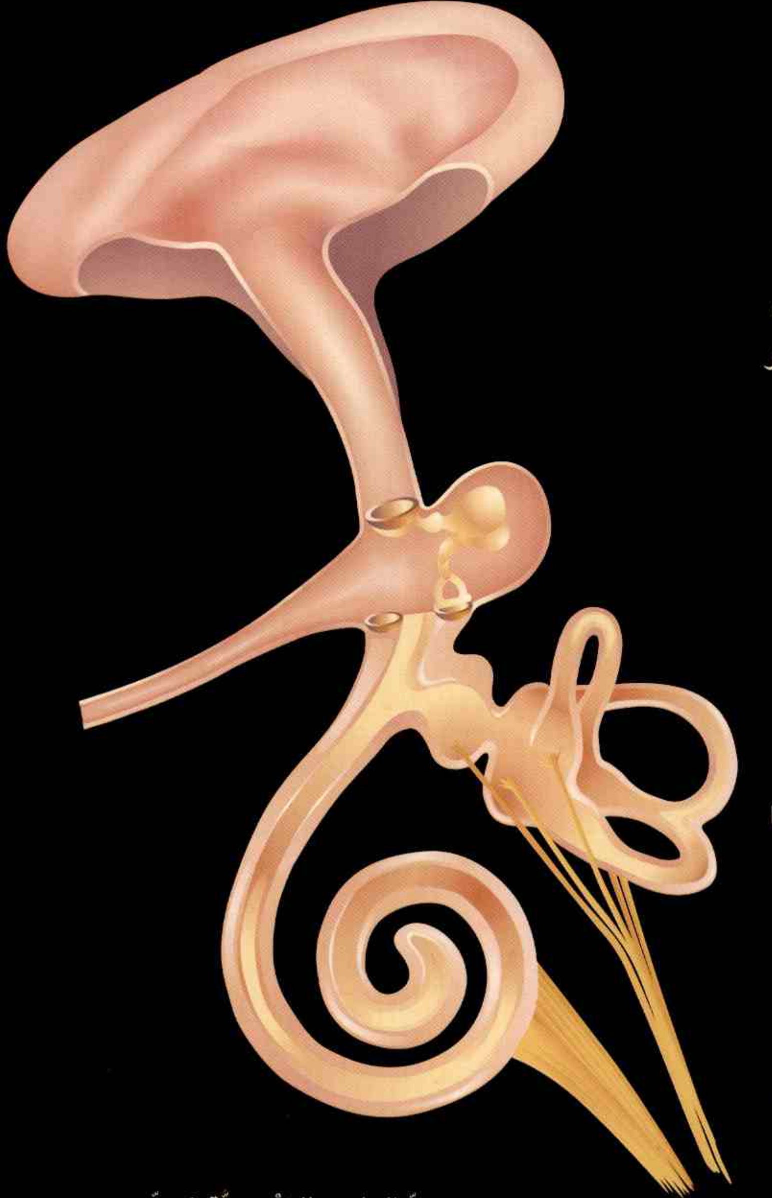
ارتباطات الانترنت

- انتقل إلى هنا لمزيد من المعلومات والحقائق والاختبارات والألعاب والارتباطات المفيدة.
faculty.washington.edu/chudler/bigeye.html
- انقر على "eEy" للحصول على معلومات مفيدة وانتقل إلى المقطع الأخير لرؤية الرسوم المتحركة.
www.kidshealth.org/kid/body/mybody_SW.html
- قم بهذه التجربة لاكتشاف كيف ترى العينان الألوان.
www.osc.on.ca/JustFun/InteractiveZone/Eyeshave/eyeshave.htm
- شاهد على الشبكة تشريح عين بقرة.
www.exploratorium.edu/learning_studio/cow_eye/index.html
- اكتشف كيف تُصحِّح النظّارات البَصَر.
www.beakman.com/glasses/eyeglasses.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

الأذنان

الأُذُنان هما عُضْوا السَّمْع عند الإنسان. والأصوات التي نسمعها هي عبارة عن اهتزازات تسمى **موجات صوتية**. وهي تدخل إلى الأُذُنَيْن وتُنبِّه مُسْتَقْبِلات فيهما لإرسال دُفعات عصبيَّة* إلى الدماغ. يقوم الدماغ، بعد ذلك، بتفسير الدُفعات وتحديد الصوت. إلى جانب ذلك، تساعد الأُذُنان في الحفاظ على توازن الإنسان، وتعطيه معلومات عن زاوية الجسم.



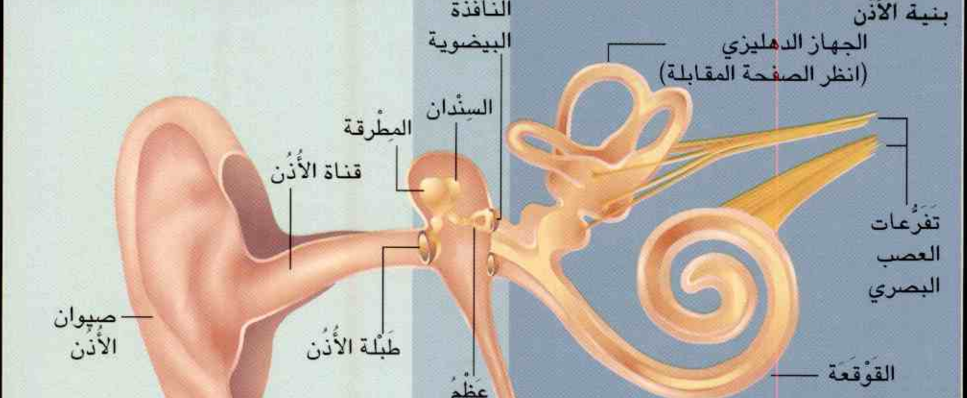
الأُذنَان والسَّمع

تُقْسم الأُذن إلى ثلاث باحات: **الأذن الخارجية**، وهي الجزء المرئي من الأذن، و**الأُذن الوَسْطى** و**الأُذن الداخلية** وهما جزءا العمل الأساسي.

يقود صيوان الأُذن المَوْجات الصوتيَّة داخل ممرٍّ يدعى **قناة الأُذن**. تنتقل الموجات على طول هذا المجرى حتى تصطدم بطبقة نسيجيَّة رقيقة تسمَّى **طبْلة الأذن**، الأمر الذي يجعلها تهتزّ. تمرّ الاهتزازات عبر ثلاث عُظَيْمات صغيرة (**المطْرَقة والسِّنْدان والرِّكاب**) إلى **النّافذة البيْضويّة**، وهي ثقب بيضوي مُغطى بغشاء رقيق.

تهتزّ النافذة البيْضويّة فتمرّ الاهتزازات إلى أنبوب حلزوني الشكل يدعى **القوْقعة**.

تحوي القوقعة ثلاث حُجُرات مملوءة بمائع. تنتشر الاهتزازات خلال المائع فتُثير **خلايا شعريّة** بالغة الصغر. وهذه الخلايا هي خلايا عصبيَّة خاصَّة ترتبط بغشاء يدعى **عضْو كورتي** يمتدّ إلى داخل القوْقعة. تحوِّل الخلايا الشعْريّة الاهتزازات إلى دُفعات عصبيَّة تنتقل على طول **العصب السَمْعي** إلى الدماغ. يفسِّر الدماغ الدُفعات على شكل أصوات يمكن للإنسان أن يسمعها.



الأُذن الخارجية (مملوءة بالهواء) الأُذن الوسطى (مملوءة بالهواء) الأُذن الداخلية (مملوءة بمائع)

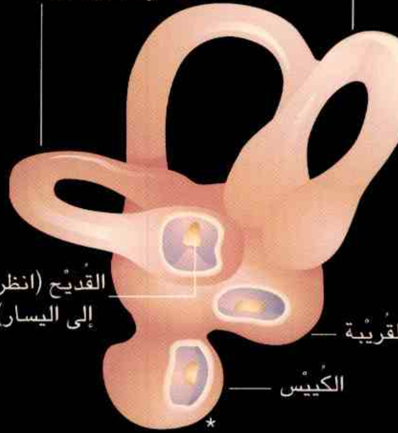
*مستقبلات، 364؛ نبضات عصبية، 365.

حِفْظ التوازُن

يعمل العديد من أقسام جِسم الإنسان على إبقاء الجسم متوازنًا. فالعينان تخبرنا عن موقع أجسامنا. وهذا ما تفعله أيضاً خلايا حسَّاسة معروفة باسم **مُسْتقْبلات التمْديد** توجد في العَضَلات والأَوْتار.

يلعب **الجهاز الدِّهْليزي** الموجود في الأُذن الداخليَّة دوراً مهماً أيضاً في الحفاظ على التوازن. وهو يقسَّم إلى منطقتين رئيسيَّتين: العُرَى الثلاث التي تسمّى القَنَوات الهلاليَّة، وكِيسان صغيران يسميان القُرَيْبَة والكُيَيْس.

الجهاز الدهْليزيّ



تَحقّق بنفسك

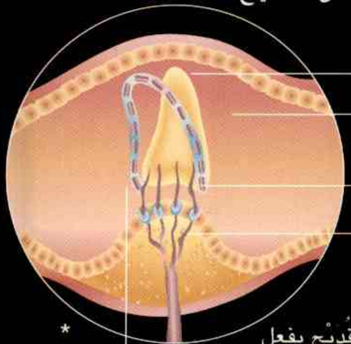
إذا درت حول نفسك بسرعة كبيرة، فستشعر على الأرجح بالدّوام عندما تتوقف عن فعل ذلك. ويعود السبب في ذلك إلى أن السائل الموجود في القنوات الهلالية يستمر في الدوران حتى بعد توقف الجسم.

يمكنك أن تولّد أثراً مشابهاً عن طريق الإمساك بكوب ماء وتدويمه.

ستجد أن ماء الكوب يستمر بالدوران لمدة وجيزة حتى بعد أن تتوقف عن تدويم الكوب.

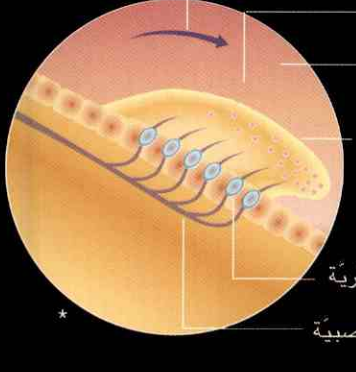
تحتوي **القَنوات الهلاليَّة** على أنابيب مملوءة بسائل تدعى **الأقنية شبه الدائرية**. ويوجد عند نهاية كل قناة انتفاخ صغير في داخله نتوء هُلاميّ الشكل يسمَّى **القُدَيْح**. عندما يحرِّك الإنسان رأسه، يتحرَّك السائل بصورة أبطأ من حركة الرأس، مثنياً القُدَيْح إلى الخلف. ترسل **الخلايا الشَّعْريَّة** الدقيقة الموجودة عند قاعدة القُدَيْح معلومات إلى الدماغ حول دوران الرأس.

كيف يعمل القُدَيْح



أما القُرَيْبة والكُيَيْس فيحتويان على لُطْخَة صغيرة هُلامية الشكل تسمَّى **البُقْعة**. وتحتوي البقعة على حبيبات بالغة الصغر، تدعى **غُبار التوازن**، بالإضافة إلى خلايا شعْرية. وعندما يتحرّك الرأس، تسبِّب الجاذبية انزلاق غبار التوازن (حُصَيَات الأُذن) إلى أحد الجوانب، فيسحب معه الهلام والخلايا الشَّعْرية، التي ترسل معلومات إلى الدماغ حول الموضع المائل للرأس أو حركته إلى الأمام أو إلى الخلف أو إلى أحد الجانبين.

كيف تعمل البُقْعَة



أُذنان اثْنَتَان

إن امتلاك الإنسان لأُذُنَيْن يوفّر للدماغ مصدريْن للمعلومات المتعلقة بالأصوات والحركة والموقع. وبدمج هذه المعلومات، يكتشف الدماغ أموراً أكثر مما لو كان المصدر محصوراً بأذن واحدة فقط.

فعلى سبيل المثال، يساعد وجود أُذُنَيْن على تحديد اتجاه قدوم الصوت. فالصوت الآتي من الجهة اليسرى سيصطدم بالأُذن اليسرى قبل اليمنى بوقت قصير وسيولد اهتزازات أقوى. أما إذا جاء الصوت مباشرة من الأمام أو من الخلف، فإنه يصل إلى كلِّ أُذُن بنفس الوقت والجهارَة.

تَحقّق بنفسك

يمكنك الاستفادة من هذا الاختبار لمعرفة كيفية تحديد الدماغ لمصدر الصوت. اجلس على كرسي وأنت معصوب العينَيْن، ثم اطلب من أحدهم إصدار صوت بواسطة نقر قلميْن، في أمكنة مختلفة حولك وفوقك. حاول أن تحدِّد مصدر الصوت.

ستجد غالباً أن من الصعب تحديد جهة الصوت عندما يصدر مباشرة من الخلف أو من الأعلى أو الأمام، موازياً لمنتصف مركز جسمك. ويعود السبب في ذلك إلى أن الدفعات العصبية من أذنيك تصل إلى الدماغ بنفس الوقت.

ارتباطات الانترنت

- انقر على «Ear» لمزيد من الوقائع والرسوم المتحركة
www.kidshealth.org/kid/body/mybody_SW.html
- تجربة توازن بسيط
www.osc.on.ca/JustFun/InteractiveZone/Stork/stork.htm
- معلومات واختبارات بسيطة وتجارب عن الأذن.
faculty.washington.edu/chudler/bigear.html
- موقعان مشوِّقان للغة الإشارات على موقع الشبكة.
www.britishsignlanguage.com
www.handspeak.com/
- معلومات حول الصوت والأُذن.
library.thinkquest.org/19537/
- انقر على « Ear Wax » للحصول على وقائع مثيرة عن الأذن.
www.yucky.com/body/index.ssf?/splash.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

الأنْف واللِّسان

الأنْف واللِّسَان هما على التوالي عُضْوا الشَمّ والتَّذوُّق عند الإنسان. ويحوي هذان العضوان على خلايا تدعى المستقبِلات الكيميائية وتقوم بتحسّس الروائح والطّعوم التي هي موادّ كيميائية، ثم ترسل المعلومات المتعلّقة بهما إلى الدماغ الذي يقوم بتحديد الرائحة أو الطَعْم. إلى جانب ذلك، يقوم هذان العضوان بوظائف مهمَّة أخرى، فالأنف هو جزء من الجهاز التنفسِّي أما اللِّسان فيلعب دوراً مهمّاً في عمليتَيْ الهضْم والكلام.

يجمع هذا الشخص بَتَلات الوَرْد لتحويلها إلى عِطر. إن حاسّة الشمّ عند الإنسان تستطيع كشف الاختلافات الدقيقة بين العطور.

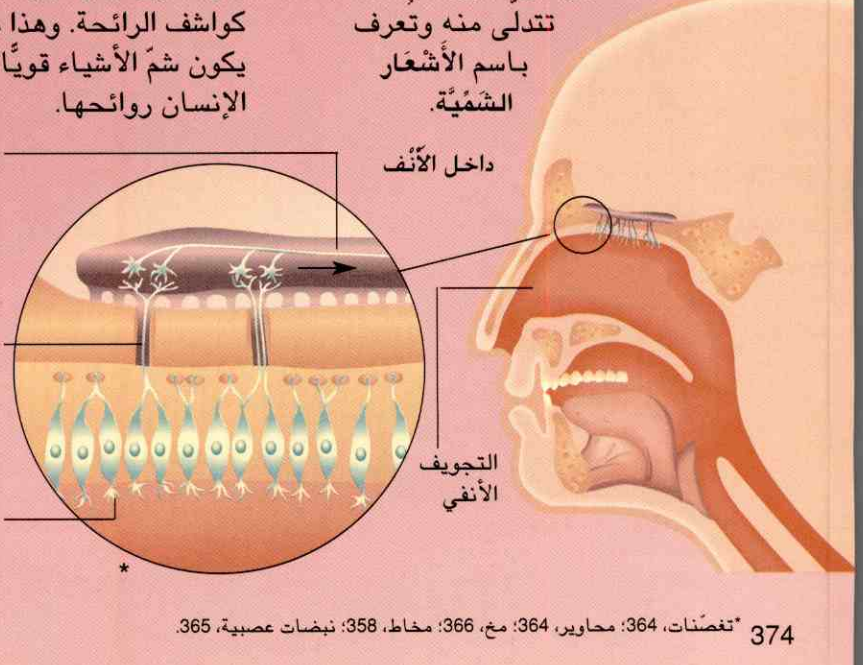
الأنْف من الداخل

المِنْخَران هما فَتْحَتا أَنْف الإنسان اللتان تنفتحان على حيِّز أَجْوف يدعى **التَجْويف الأَنْفيّ**. عند الشَّهيق، يُشْفَط الهواء إلى القسم السفلي من التجويف الأنفي، حيث تقوم أشْعار قصيرة بترشيح الهواء من جُسَيْمات الغبار الكبيرة، ويعمل المخَاط* الموجود في بِطانة التجويف على تدفئة الهواء وترطيبه قبل انتقاله إلى الرئتَيْن.

يوجد في سقف التجويف الأنفي عدد كبير من الخيوط الدقيقة تتدلى منه وتعرف باسم **الأَشْعَار الشَمِّيَّة**.

هذه الأَشْعار هي تغضّنات* تخرج من المستقبلات الكيميائية وتسمى **الخلايا الشَمِّيَّة**. وتوجد في الهواء موادّ كيميائية تسمّى **جُزَيْئات الرائحة** تذوب في المخَاط فتمتصُّها الأَشْعار. ثم ترسل الخلايا الشَمِّيَّة دُفُعات عصبية* إلى الدماغ، الذي يفسِّرها على شكل رائحة.

عندما يتنفَّس الإنسان بصورة سوية، فإن مقداراً صغيراً من الهواء يَغْمُر التجويف الأنفي. أما عندما يتنشَّق بقوة، فإن تيار الهواء يوجَّه باتجاه كواشف الرائحة. وهذا ما يفسِّر لماذا يكون شمّ الأشياء قويًّا إذا تنشَّق الإنسان روائحها.



روائح مختلفة

يتمّتع معظم الناس بالقدرة على تمييز آلاف الروائح المختلفة. ولسنين طويلة، اعتقد العلماء أن جميع الروائح مكوَّنة من سبع روائح أساسية (انظر الجدول أدناه). إلا أن الأبحاث الجديدة أدت إلى رأي يفيد بوجود عدد أكبر من الروائح قد يصل إلى المئات.

الرَّوائح السَّبْع الأساسيَّة

الرائحة	المثال
كافوري	كُرات النفتالين
مسْكي	كولونيا بعد الحلاقة
زَهْري	الورود
نَعْنَعي	معجون الأسنان بالنعناع
إيْثري	سائل التنظيف الجاف
حرِّيف	الخَلّ
عَفِن	البيض الفاسد

ترتبط حاسَّة الشَّم بقوّة بالذاكرة. فمثلاً قد تذكرك رائحة العُشْب المجَزّ بيوم رياضيّ مدرسيّ. ويعود سبب حدوث هذه الرابطة إلى كون الدُفُعات العصبية الصادرة عن الأنف تتحلل في مقدّمة المخ*، وهو القسم من الدماغ الذي يعالج أيضاً أمور الذاكرة والأحاسيس.

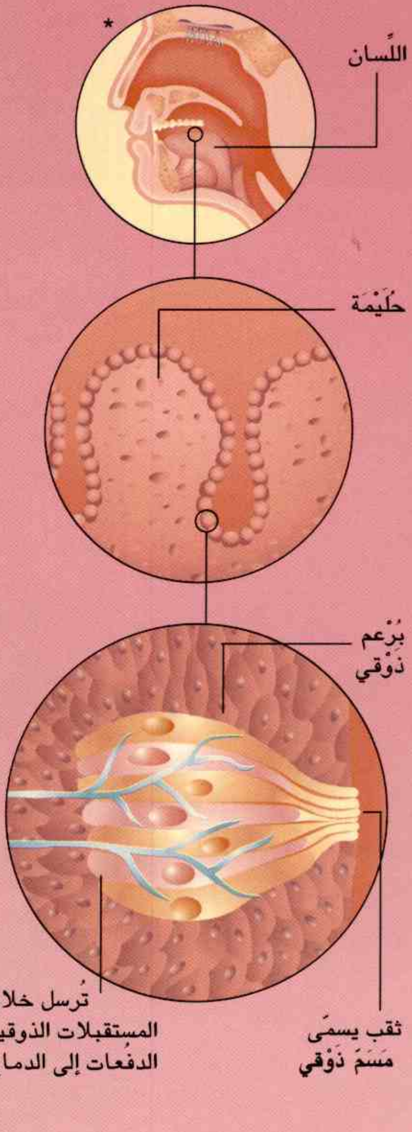
*تغضّنات، 364؛ محاوير، 364؛ مخ، 366؛ مخاط، 358؛ نبضات عصبية، 365.

اللِّسَان والذَّوْق

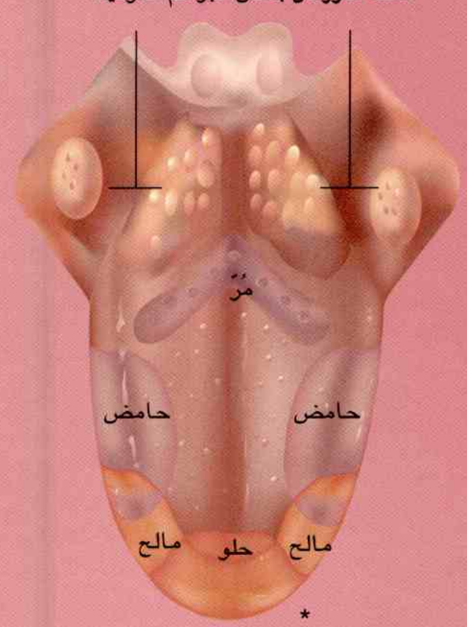
إن الغاية الأساسية من حاسَّة الذَوْق هي إخبارنا ما إذا كان أَكْل شيء ما مأموناً أم لا. مثلاً، يثير الطَعْم المقزِّز للطعام العَفِن ومعظم النباتات السَّامة ردّ فعل سريع يتمثل ببَصْقه.

يكون سطح اللِّسان مغطًّى ببروزات دقيقة تسمَّى **الحُلَيْمات**. ويمتلىء معظمها ببراعم **ذَوْقيَّة** تحتوي على متقبِّلات كيميائية تدعى **خلايا المُسْتَقْبِلات الذَوْقيَّة**. وهذه الخلايا حسَّاسة للمواد الكيميائية الموجودة في الطعام الذي يذوب في اللعاب. ترسل الخلايا دُفعات عَصَبيَّة إلى الدماغ، الذي يفسِّرها على شكل طَعْم.

بَرَاعم الذَّوْق



باحات اللِّسان الحسَّاسة للذَوْق



الطُعُوم الأساسية

يقع معظم البَرَاعم الذَوْقيَّة على جانبي اللِّسان وخلفه، رغم وجود قِلة منها في أمكنة أخرى حول الحلق. وتستجيب البراعم الموجودة في باحات مختلفة من اللسان لطعُوم مختلفة. ويعتقد العلماء بوجود أربعة طُعُوم رئيسية: المالِح والحلْو والحَامِض والمرّ. وتتركَّب كل النَكهات من هذه الطُعُوم الأساسية، بالإضافة إلى الروائح التي يكتشفها الأنف.

تحقّق بنفسك

اغسل يديك، واستخدم رأس إصبعك لوضع قطرات من القهوة السوداء الباردة في أمكنة مختلفة على لسانك. لاحظ أيّ منطقة على لسانك تكون حسَّاسة أكثر لطَعْم القهوة المرّ. أعد الاختِبار باستخدام الماء المالح، والماء المحلَّى وعصير الليمون. إغسل فمك بالماء وجففه بقطعة من الخبز بين كل اختبار.

تحقّق بنفسك

يمكنك الاستفادة من هذا الاختبار لتبيان العلاقة الوثيقة بين حاسَّتي الذَوْق والشمّ. قُمْ ببَشْر كميَّة صغيرة من التفاح والكمَّثْرى والجزَر في أوعية مختلفة. ثم أغمض عينَيْك تماماً وأغلق أنفك. أطلب من أحدهم إطعامك ملعقة من كلّ نوع، كل على حدة. حاول أن تحدِّد نوع الطعام. أعد التجربة من دون إغلاق أنفك. ستجد على الأرجح أنه من الأسهل لك تحديده بشكل صحيح.

الذَوْق والرائحة

تُعتبر حَاسَّتا الشَمّ والذَوْق حاسَّتَيْن شديدتي الارتباط. فعندما يأكل الإنسان، تنتقل جزيئات رائحة الطعام الموجود في البلعوم* إلى التجويف الأنفي، حيث تكتَشف الرائحة بالطريقة التي شُرِحَت.

غالباً ما يفقد الإنسان حاسَّتَيْ الشمّ والذوق عند إصابته بالزُكَام. ويعود السبب في ذلك إلى تورّم بطانة الأنف وتَثَخُّن المُخَاط أكثر من السَّوي، الأمر الذي يعيق وصول جزيئاتٍ الرائحة إلى الأشْعار الشَميَّة. أما اللِّسان فيكون بمقدوره كشف الطُعُوم الأساسيَّة، إلا أنه يعجز عن تحديد المزيد من النكهات الدقيقة.

ارتباطات الانترنت

- انقر على "Tongue"و "Nose" على موقع صحة الأطفال لمزيد من المعلومات الموثوقة. www.kidshealth.org/kid/body/mybody_SW.html
- انقر على "wsw the Nose knoHo" و "That's Tasty" لمزيد من المعلومات والتجارب. faculty.washington.edu/chudler/introb.html#sense
- شاهد أفلاماً قصيرة عن الرائحة والطَعْم. www.brainpop.com/health/senses/smell/index.asp

  www.brainpop.com/health/senses/taste/index.asp
- إختر «ous SystemvNer» وانقر على موضوعي اللسان والأنف للحصول على معلومات مفصَّلة. www.innerbody.com/htm/body.html
- حقائق عامة ومذهلة عن الأُنوف. www.yucky.com/body/index.ssf?/yuckystuff/snot/js.index.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*بلعوم، 354.

التناسل

التناسل هو العملية التي يأتي من خلالها كائن حيٌّ إلى الوجود. ويُطلق على أقسام الجسم التي تشترك بهذه العملية اسم **الجهاز التَنَاسُلي**. يصنع جسم الرجل خلايا جنسيَّة ذكريَّة تسمَّى **المنيّ** (**النّطاف**)، وينتج جسم الأنثى خلايا جنسية أنثوية تسمّى **البُيُوض**. وعندما تتَّحد النُطْفَة مع البَيْضَة، تتكوَّن خلية جديدة. وهذه الخلية ستنقسم عدَّة مرات لتكوين مَوْلُود جديد.

بعد ثمانية أسابيع من النموّ داخل رحم أمِّه، بلغ طول هذا الجنين النامي 3 سنتيمترات. ونراه هنا يعوم داخل كيس واقٍ مملوء بالسوائل يسمى السَّلَى.

الجهاز التناسُلي عند الذكر

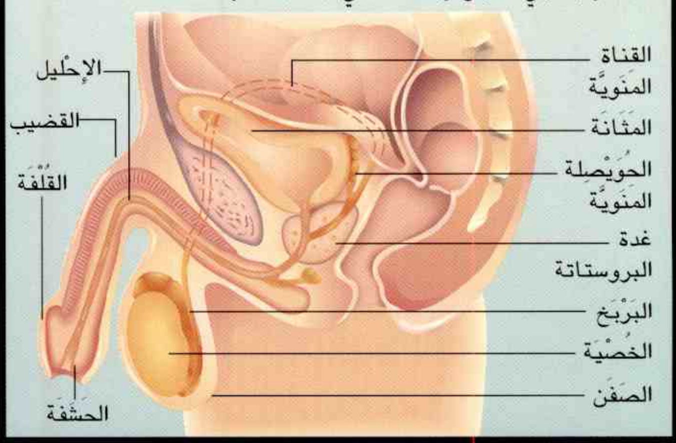
نُطْفَة

تُصنع النِّطاف في عُضْوَيْن هما **الخُصْيتان** وتخزَّن في عضو يشبه الفاصلة يسمّى **البَرْبَخ** ويقع فوق مؤخِّرة كلِّ خصية. تستقر الخصيتان في كيس جلديّ يتدلَّى خارج الجسم يسمَّى **الصَفَن**. والمعروف أن درجة الحرارة داخل الجسم مرتفعة جداً بحيث لا تتمكن النِّطاف من البقاء حيَّة.

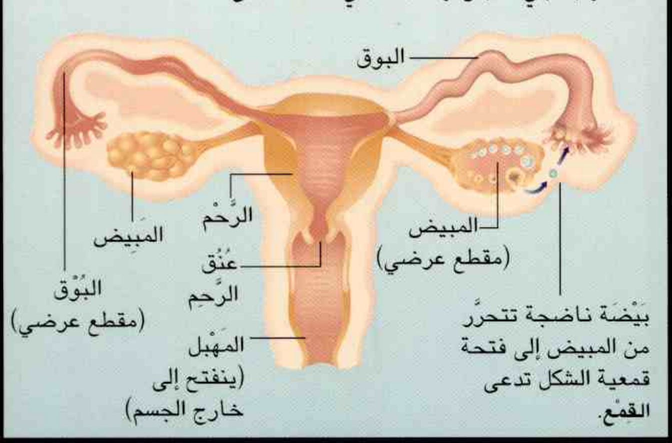
الجِهاز التَّنَاسُلي عند الأُنْثَى

بَيْضَة

تملك الفتاة عند ولادتها آلاف البيوض المخزَّنة في عُضْوَيْن يسمَّيان **المَبيضَيْن**. واعتباراً من سن البلوغ*، يُطلِق المبيض شهريًّا بَيْضَة واحدة في إحدى قناتيْ فالوب اللتين تسميان **البُوقَيْن**. وهذه العملية، التي تسمّى **الإباضة**، مشروحة بصورة أكثر تفصيلا على الصفحة 379.



*



*

القَضيب هو العضو الذي تخرج عبره النِّطاف (والبَوْل) من الجسم. ويكون رأسه، المعروف **بالحَشَفَة**، حسَّاسا جداً ومغطّى جزئيا بثَنْيَة جلديَّة رخوة تدعى **القُلْفَة**. تنطلق النِّطاف إلى القضيب على طول أنبوبيْن يسمَّيان **قناتيْ المني** تنفتحان على الإحْليل* وتصنع غدد عديدة، بما فيها **غدة البُروسْتَاتة والحُوَيْصلات المَنَويَّة**، سائلا تسبح فيه النِّطاف. ويطلق على مزيج النِّطاف والسوائل اسم **المنيّ** أو **السَّائل المَنويّ**.

موقع الأعضاء التناسلية عند الذَكر

يؤدي البُوقان إلى عُضْو مجوَّف كُمَّثْريّ الشكل يسمّى **الرَّحم**. وهو المكان الذي يتطوّر فيه الجنين إذا تمّ إخصاب البيضة (أنظر إلى اليسار). وفي أسفل الرحم، توجد قناة عضليَّة تسمّى **عُنُق الرَّحم** تنفتح على أنبوب مَرِن يدعى **المَهْبل**، ينفذ بدوره إلى خارج الجسم. وتقع فتحة المَهْبل خلف فتحة الإحليل*، وتحيط بكلا الفتحتيْن ثَنْيَتان جلديتان تسميّان **الشَفْرَيْن**.

موقع الأعضاء التناسلية عند الأنثى

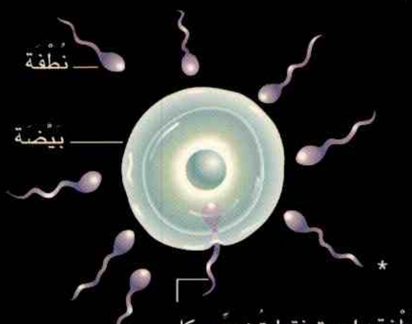
 *إحليل، 362؛ بلوغ، 379.

الإخصاب

أثناء **الاتصال الجنسي** (يسمّى أيضاً **الجِمَاع**)، يقسى القِضيب ويدخل في المهْبل. ويؤدي تقلص العضلات المحيطة بإحليل الذكر إلى قذف كميّة صغيرة من السَّائِل المَنَويّ خارج القضيب في المهبل. تسمّى هذه العملية **الدَّفْق**.

تسبح النِّطاف عبر الرَّحْم نحو قناتي فالوب (البوقان)، وإذا ما صادفت إحداها بَيْضَة، فإنها تلتحم معها مكوِّنة **الزَّيْجُوت** – الخليَّة الأولى للطفل الجديد. يسمّى هذا الحدث **إخصاباً**. وفي حال عدم وجود بيضة، تموت النِّطاف خلال أيام قليلة.

الإخصاب



نُطْفَة واحدة فقط تُخصِّب كل بيضة، أما بقية النطاف فتموت.

هناك طُرُق عديدة تمنع البَيْضَة والنُّطْفَة من الاندماج لتكوين الجنين، وتسمى هذه الطرق **منْع الحمْل**.

ارتباطات الانترنت

- شاهد صوراً مذهلة لتطور الجنين شهراً بعد شهر. www.pregnancycalendar.com/first9months/
- اِختَر "Male" أو "Female Reproduction System"، ثم حرِّك فأرتك على الصور وانقر على رموز النظارات لمزيد من المعلومات. www.innerbody.com/htm/body.html
- شاهِدْ فيلماً تفسيرياً قصيراً. www.brainpop.com/health/reproductive/babies/index.weml
- صُور ساحرة للنطاف والبيوض. انقر على "Medical" ودرِّج قائمة الصور. انقر على الصورة المختارة لتكبيرها. www.pbrc.hawaii.edu/~kunkel/gallery/

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

كيف يتطوّر الطفل

في البداية، ينقسم الزَيْجُوت إلى خليَّتَيْن متماثلتين. ثم تنقسم هاتان الخليَّتان عدّة مرات لتشكيل كرة من الخلايا تُعَشِّش في بطانة الرَّحْم. تتابع الخلايا انقسامها ونموّها إلى أنماط مختلفة، كخلايا العظم وخلايا الدم. ترتبط خلايا النمط الواحد ببعضها بعضاً لتشكيل **النسيج**، كالعضلات مثلاً. تكوِّن الأنسجة المختلفة **الأعضاء**، كالقلب، وتتجمَّع الأعضاء معاً لتكوين **الأجهزة**، كالجهاز الهضمي. (لمزيد من المعلومات حول الخلايا والأعضاء والأنسجة والأعضاء راجع الصفحتين 298-299).

يستغرق تطوّر الطفل في رحم أمّه تسعة أشهر. وهو يسمَّى في الشهْرَيْن الأوَّلين **المُضْغَة**، وفي الأشهر السبعة الباقية **الجَنين**. ويقال عن الأمّ طوال هذه الفترة بأنها **حامل**.

يأخذ الجنين الطعام والأكسجين من دم أمّه عبر عضو يسمَّى **المَشيمَة**، أما الفضَلات الناتجة عنه فتعود بالاتجاه المعاكس. وتمرّ المواد إلى الجنين ومنه عبر حبل يدعى **الحبْل السُّرَي**.

عند نهاية الحمْل، يتحرّك الجنين بحيث يصبح رأسه قريباً من عُنُق الرَّحْم. وتبدأ عضلات الرَّحْم بالتقلص بقوّة، ضاغطة على الجنين لإخراجه من مهْبل الأم. تسمّى هذه العملية **الولادة**.

في حوالي 40 أسبوعاً، يكتمل نموّ الطفل ويصل طوله تقريبا إلى 50 سنتيمتراً.

بعد ولادة الطفل، يُربط حبلُه السُّرّيّ بمشبك بلاستيكي ثم يُقْطع. وبعد مرور 10 أيام تقريبا، تسقط الجدعة مخلفة وراءها السُّرَة.

مراحل في تطوّر الجنين

تتشكَّل الخلية الجديدة عند اتحاد البَيْضة مع النُطْفة، ثم تنقسم إلى خليتيْن. تنقسم هاتان الخليّتان إلى أربع، ثم إلى ثمان، فست عشر وهكذا، إلى أن تتكوّن كرة من الخلايا.

عند الأسبوع السادس، يكون العمود الفقري والدماغ قد تشكلا. ويبدأ القلب بالخفقان.

معدل الطول: 2 سم

يصل الحبل السُّرّيّ المُضْغة بالمشيمة.

في الأسبوع السابع، تظهر براعم دقيقة تتطور فيما بعد إلى يديْن وقدميْن.

معدل الطول: 2.5 سم

بحلول الأسبوع الثاني عشر، تكون كلّ الأعضاء قد تشكلت. وسيكتمل تطوّرها في الأشهر القليلة القادمة.

معدل الطول: 7.5 سم

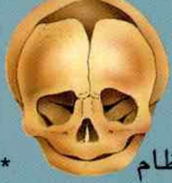
النمّو والتَغَيُّر

خلال العشرين سنة الأولى من الحياة، يتحوّل الطفل بصورة تدريجية إلى فرد بالغ. فالجسم يزداد طولاً ووزناً، ويكتسب الكثير من المهارات الجديدة. ويطلق على هذه العمليات اسم **النُموّ والتطوّر**. يستمر الجسم بالتبدّل كلما تقدم الإنسان في العمر، ولكن ببطء أكثر. أما السرعة التي ينمو فيها الإنسان ويتطور فتتوقف على جيناته*، بالإضافة إلى أمور أخرى كالنظام الغذائي والتمارين الرياضية.

النُمُوّ

يتكوّن جسم الإنسان من ملايين الأنواع المختلفة من الخلايا. وللسماح للجسم بالنمو، فإن الكثير من هذه الخلايا تنقسم إلى خليَّتَيْن لتشكيل خلايا جديدة متماثلة. وهذا النوع من الانقسام يسمّى **الانقسام التَفتُلِي**، وهو يصنع الخلايا أيضاً لإحلالها محل العديد من الخلايا التي تَبلَى وتموت.

تنمو أقسام الجسم بسُرَع مختلفة وفي مراحلٍ مختلفة من الحياة. وهذا يعني أنه كلما نَمَا الجسم، تغيّرت مقاييسه. فمثلاً، يبلغ رأس الإنسان عند طفولته رُبْع طوله، في حين أنه يساوي ثُمْنَ طوله تقريباً عند البلوغ.



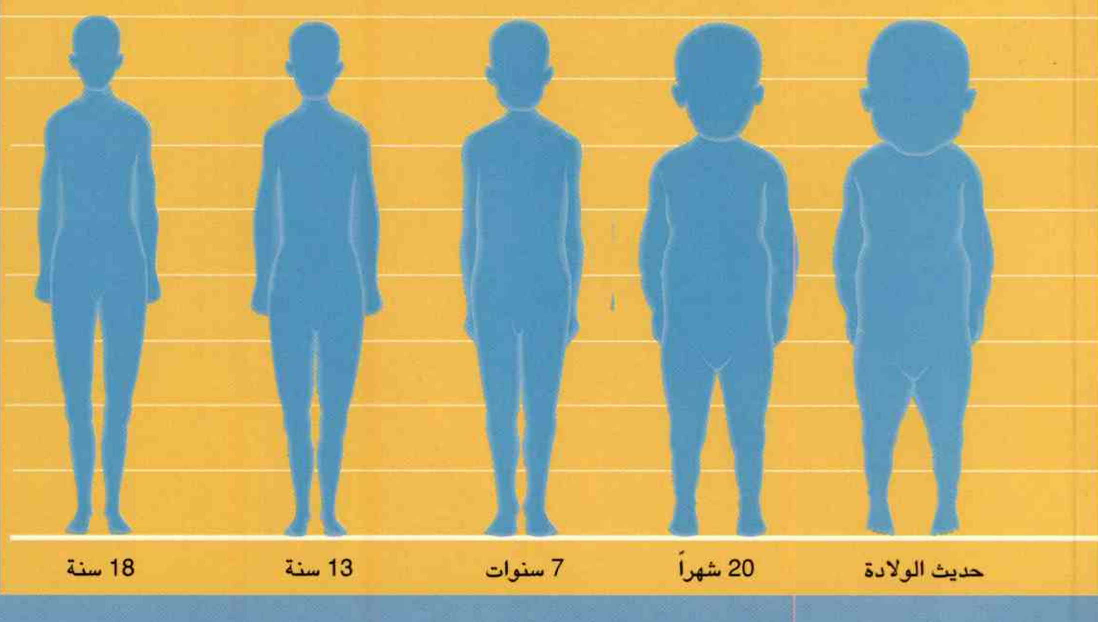
جمجمة طفل

كذلك يتغيَّر شكل الرأس. فالطفل الحديث الولادة يملك مناطق ليِّنة بين عظام جمجمته، ولكن بعد سنواتٍ قليلة تحلّ العظام تدريجياً محلها فيتغيَّر شكل الرأس. ويتوقف نُمُوّ معظم أقسام الجسم عندما يبلغ الإنسان عمر 18 سنة ، إلا أن بعضها، كالأُذُنيْن، يتابع نموّه طوال الحياة.

جمجمة بالغ

تحدث تبدّلات أخرى كثيرة كلما تقدم الإنسان بالعُمر، فالجلد مثلاً يصبح أقلّ مرونة (انظر الصور إلى اليسار).

التغيّرات في أبعاد الجسم من سنّ الرِّضَاعة حتى سنّ البلوغ



في سنّ السابعة، كان وجه وينستون تشرشل مستديراً وجلده ناعماً.

في سن 26 سنة، أصبح وجهه أطول، وبدأت التجعّدات تظهر على جبينه لأن جلده صار أقل مرونة.

عند بلوغه الستينات، ترهّل جلد تشرشل فبدا وجهه كئيباً.

 *جينات، 380 – 385.

البُلُوغ

بين عُمْرَي الثامنة والثامنة عشر، يتحوَّل الإنسان من طفل إلى بالغ. وتعرف هذه الفترة باسم **البُلوغ** أو **المُراهَقَة**. هذه التغيُّرات في الجسم (المعروفة **بالتغيُّرات البَدَنيَّة**) والتغيُّرات في العَقل والانفِعَالات (المعروفة **بالتغيُّرات النفْسَانيَّة**) تُعِدّ الإنسان ليكون بالغاً وأباً أو أمّاً. وتُثار هذه التغيّرات بواسطة الهرمونات*.

إن بعض التغيُّرات البَدَنيَّة التي تحدث تجعل من الممكن إنجاب الأطفال. مثلاً، تصبح الأعضاء التناسلية* التي تولد مع الإنسان (المعروفة باسم **الخصائص الجنسية الأساسية**) فعّالة. أما التغيرات البدنية الأخرى فليست ضرورية لإنجاب الأطفال، وهي تندرج تحت اسم **الخصائص الجنسية الثانوية**، كاللِحَى وأشعار البدن الأخرى.

تتبدّل الأحاسيس والانفعالات كلما أصبح الإنسان أكثر استقلالاً، فيستكشف أساليب جديدة في التفكير، ويتعوّد على جسمه البالغ. وقد تؤثر التغيُّرات التي تصيب مستويات هرمونات الجسم على المِزاج أيضاً.

التغيُّرات البدنية عند البلوغ

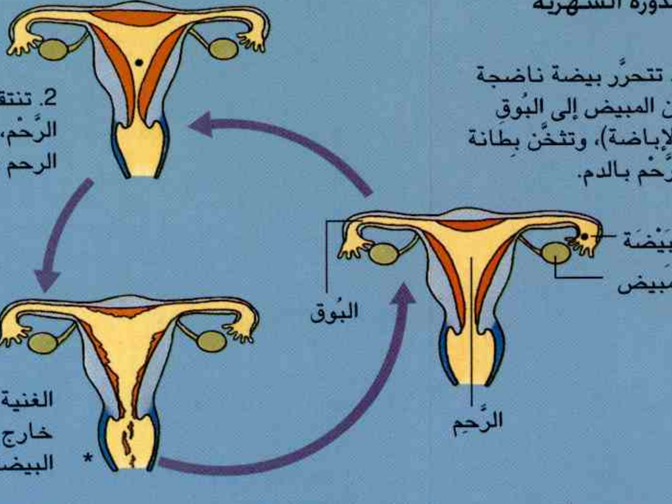
الفتيان	الفتيات
يزداد الطول بسرعة.	يزداد الطول بسرعة.
ينمو الشعر على الوجه؛ ناعم وأزغب في البداية، ثم أخشن.	قد ينمو غطاء ناعم من الشعر على الوجه.
يخشن الصوت.	
ينمو الشعر تحت الإبْط.	ينمو الشعر تحت الإبط.
يعرُض الكتِفَان والصَّدر.	يبدأ الثَّديان بالنمو.
ينمو القضيب.	يعرض الوَركان.
ينمو شَعْر العَانَة حول العضو الجنسي.	ينمو شعر العانة حول العضو الجنسي.
تبدأ الخُصْيَتان بتكوين النُّطاف.	تبدأ الإباضة والدورات الشهرية (انظر إلى اليمين أدناه).

الدورات الشهرية

تحتوي مبايض الإناث، عند الولادة، على عدة آلاف من البيوض غير الناضجة. وخلال البلوغ وبعده، تنضج بيضة واحدة كلّ حوالي 28 يوماً وتتحرّر إلى البُوق. تسمّى هذه العملية **الإباضة**. في نفس الوقت، ينمّي الرَّحْم طبقة داخلية جديدة غنية بالأوعية الدموية، وجاهزة لاستقبال البيضة المخصَّبة*.

أما إذا لم تخصَّب البيضة، فإن هذه البطانة تتفكك وتخرج من الجسم عبر المَهْبل. وهذا ما يسمَّى **الدورة الشهرية** أو **الحَيْض**. تحيض الفتاة في المتوسّط كلّ 28 يوماً، إلا أن ذلك قد يتفاوت أحياناً. وفي وقت معيَّن بين سني 40 و55 سنة، تتوقف المبايض عن تحرير البيوض وينقطع الطمْث. وهو ما يسمّى **بالإياس**.

الدورة الشهرية



1. تتحرَّر بيضة ناضجة من المبيض إلى البُوق (الإباضة)، وتتخَّن بطانة الرَّحْم بالدم.

2. تنتقل البيضة إلى الرَّحْم، وتتابع بطانة الرحم تثخّنها.

3. إذا تبيَّن أن البيضة لم تتخصَّب، فإن البطانة الغنية بالدم تتفكك وتُنْتَبَذ خارج الجسم عبر المهبل، مع البيضة غير المخصَّبة.

الشيخوخة

يصبح الجسم بعد المراهقة أقل فعّالية. وهذه العملية التي تسمَّى **التقدُّم في السن** أو **الشيخوخة** تبدأ ببطء إلا أنها تتسارع في وقت متأخر من الحياة. وتسمَّى الفترة الزمنية المتوقع أن يعيشها الإنسان **مأمُول الحَياة** أو **العمر المتوقَّع**. وقد تطول هذه الفترة إذا اتبع الإنسان نظاماً غذائياً صحّياً، وقام بتمارين رياضية مَدْرُوسَة، وامتنع عن التدخين وتجنَّب الاستعمال الخاطىء للأدوية، وأبقى ذهنه متيقظاً.

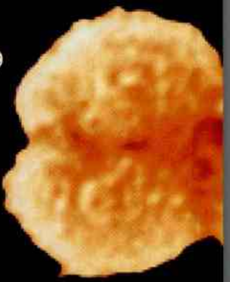
ارتباطات الانترنت

- انقر على« It's a GirlThing »أو« It's a Guy Thing» لمزيد من المعلومات عن البُلوغ.
www.kotex.com/info/education/
- اقرأ ما يتعلق بالبلوغ على موقع صحة الأطفال، ثم انقر على « More Articles Like This » للحصول على معلومات عن الحيْض.
kidshealth.org/kid/grow/puberty.html
- أفلام قصيرة تشرح عن البُلوغ والطَمْث والشيخوخة.
www.brainpop.com/health/endocrine/puberty/index.weml
www.brainpop.com/health/endocrine/period/index.weml
www.brainpop.com/health/growthanddevelopment/aging/index.weml

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*إخصاب، 377؛ أعضاء تناسلية، 376؛ هرمونات، 362، 363.

علم الوراثة



ما إن تتحد النُطْفة مع البَيْضَة لتشكيل خلية جديدة، حتى تحتوي هذه الخلية على كلٍّ المعلومات الضروريَّة لبناء جسم بشريٍّ فريد. والتعليمات التي تأمر الجسم بكيفية تطوّره هي **الجينات**، و**عِلم الوِراثة** هو العلم الذي يدرس هذه الجينات. والجينات هي قِطعٌ من مادَّة كيميائية تدعى **الدَّنا** (**الحَمْضُ الرِّيْبي النَّووي المَنْقُوصُ الأكسجين**)، تكون مرصُوصَة في حُزَم تسمى **الصِّبْغِيَّات** داخل وَحْدة تحكمٍ هي **النَّوَاة**. ويوجد في الخلية البشرية 46 صبغيًّا، يتوارثها الإنسان عن والدَيْه.

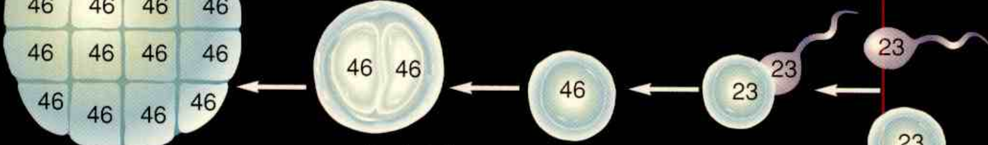
هذه الصبغيات هي أكبر بـ 24000 مرَّة من حجمها الحقيقي.

الازدواج

تَنْتَظِم الصِّبْغيَّات، وعددها 46، عند الإنسان في أزواج تدعى **الصِّبغيَّات المِثْليَّة**. وهذه الصبغيات تحمل جينات زوجيَّة، أو مجموعات جينية زوجيَّة. ولكلِّ جين، أو مجموعة جينية، على أحد الصبغييْن شريك على الصبغي الزَّوْجي الآخر (انظر الصفحة المقابلة).

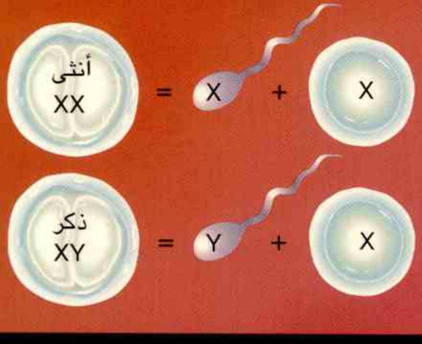
قبل أن تنقسم الخلية بغرض النُّمُوّ أو الترْميم (بالانقسام التَّفتُّلي*)، تصنع كلُّ الصبغيات نُسَخاً عنها، بحيث تملك كل خلية جديدة 46 صبغياً. إلاَّ أن الخلايا الجنسية (البُيوض والنِّطاف) تتكوَّن بواسطة نمط خاصٍّ من الانقسام الخلويّ يسمَّى **الانقسام المنصَّف** أو **الانْتِصاف**. وعندما يحدث ذلك، تنفصل الصبغيّات الزَّوْجية عن بعضها، الأمر الذي يجعل عدد الصبغيات في كلِّ خلية جنسية 23 صبغياً فقط، وتكون الصبغيات عندها جاهزة للتزاوج مع شركاء جُدُد عند الإخصاب*.

توريث الصبغيات



قبل انفصال الصبغيات الزوجية عن بعضها لتشكيل الخلايا الجنسية، يحدث بعض من التبادل بين الأزواج الجينية. وهذا يعني أن كلَّ نطفة تكون مختلفة عن أية نطفة أخرى ناتجة عن نفس الرجل، وأن كلَّ بيضة تكون مختلفة عن أية بيْضة أخرى ناتجة عن نفس المرأة. لذلك فإن كلَّ مولود جديد لنفس الأبويْن يكون مختلفاً، وله جينات مختلفة.

ذَكَرٌ أم أُنْثى



هناك صِبْغيَّان، هما **الصبغيان الجنسيَّان**، يحدِّدان ما إذا كان الطفل سيتطوَّر إلى ذكر أو أنثى. ويُسمَّى هذان الصبغيان **الصبغي X** و**الصبغي Y**. يوجد في كلِّ بيضة أو نطفة صبغي جنسي واحد. وتحتوي كلُّ البيوض على الصبغي X، أما النِّطاف فنصفها يحتوي على الصبغي X ونصفها الآخر على الصبغي Y. إذا اتحدت نطفة تحمل الصبغي X مع بيضة، يكون الجنين أنثى. أما إذا تزاوجت نطفة تحمل الصبغي Y مع البيضة، فإن الجنين يكون ذكراً.

*إخصاب، 377؛ انقسام تفتلي، 378؛ زيجوت، 377، مضغة، 377.

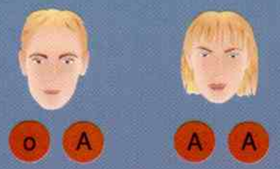
كيف تعمل الجينات

يملك الإنسان 23 زوجاً من الصِّبْغيَّات المِثْلِيَّة. ويعمل كلُّ جين، أو مجموعة جينية، موجود على أحد هذه الصبغيات، وبالتعاون مع شريكه الموجود على الصبغيّ الزَّوْجي الآخر، على إعطاء التعليمات لتكوين إحدى خصائص الإنسان أو التحكم بها.

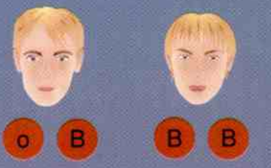
يكون لجينات بعض السِّمَات، كلَوْن العَيْن أو الشَّعْر، أو زُمرَة الدَّم، أشكال مختلفة تدعى **الأَلِيلات**. لذلك فقد يتكوّن زَوْج جيني من أَلِيلات تعطي تعليمات متماثلة، أو من أَلِيلات تعطي تعليمات مختلفة.

قد يأمر أحد الجينين مثلاً بتوليد عينَيْن خَضْراويْن ويأمر الآخر بتوليد عينَيْن زَرْقاوَيْن. وفي مثل هذه الحالات، فإما أن يكون أحد الجينين **سَائِداً**، ويتغلب على الآخر، أي الجين **المُتَنَحّي**، أو أن يكون لكلاهما تأثير، وفي هذه الحالة يسميان **جينَيْن مُشْتَرِكَيْ السيادة**. فمثلاً، يعتبر جين اللون الأخضر للعَيْن سائداً على جين اللون الأزرق، لذلك إذا كان للإنسان جين من كلٍّ منهما، فإن عينَيْه ستكونان خضراوَيْن. وهو يحتاج إلى جينَيْن للون الأزرق حتى تكون عيناه زرقاوَيْن.

يظهر المخطَّط أدناه كيف تسبِّب الازدواجات المختلفة لجينات زُمَر الدم زُمَراً دمويَّة مختلفة، ذلك تبعاً لأيِّ جين هو السائد.



يعتبر جين زمرة الدم A سائداً، في حين يعتبر جين زمرة الدم O متنحِّياً. لذلك يكون للشخصَيْن إلى اليسار زمرة دم A.



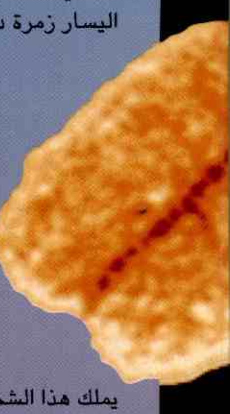
يعتبر جين زمرة الدم B سائداً، في حين يكون جين زمرة الدم O متنحِّياً. لذلك يكون للشخصين إلى اليسار زمرة الدم B.

يملك هذا الشخص جينَيْ O متنحِّيَيْن، لذلك فهو ينتمي إلى زمرة الدم O.

A و B سائدان مشتركان، لذلك يكون هذا الشخص تابعاً لزمرة الدم AB.

إذا كان الجينان في زوج جيني متماثلَيْن، كما في الشخص AA، يكون الشخص **مُتَمَاثِل الزَّيْجُوت** فيما خص هذه السِّمَة، وهي في هذه الحالة زمرة الدم. أما إذا كانا مختلفَيْن، فإن الشخص يكون **مُتَغاير الزَّيْجُوت**.

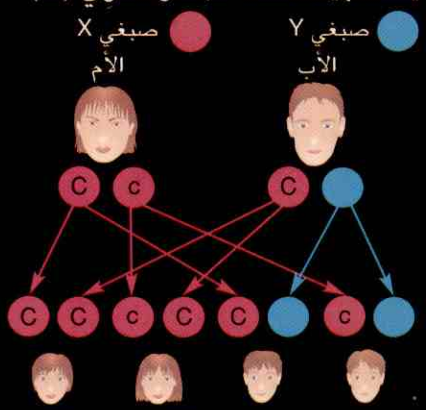
هناك بعض الأمراض، مثل مرض **التَلَيُّف الكيسي** الذي يُصيب الرئتَيْن تسببها جينات مُتَنَحِّيَة. والشخص الذي يملك زوجاً من هذه الجينات يكون عُرْضَة للإصابة بالمرض. أما إذا امتلك الشخص جيناً واحداً منها، وكان الجين الآخر (السائد) سليماً، فإنه لن يكون عرضة للإصابة بالمرض، لكن يُقال عنه إنه **حَامِلٌ** لذلك الجين، وقد يورِّثه إلى أولاده.



الجينات المرتبطة بالجنس

هناك بعض الصفات، كعَمَى الألوان مثلاً، تظهر غالباً عند الذكور أكثر مما تظهر عند الإناث. ويعود سبب ذلك إلى أنها ناتجة عن جينات متنحِّية موجودة على الصبغي X وليس لها شركاء على الصبغي Y للتغلب عليها. تسمّى الجينات غير الزَوْجية الموجودة على الصبغي X **الجينات المرتبطة بالجنس**.

في علم الوراثة، تُمثَّل الجينات بأحرف. يدلّ الحرف الكبير على الجين السائد، في حين يشير الحرف الصغير إلى الجين المتنحّي. ويُظْهِر الرسم في الأسفل ماذا يمكن أن يحدث إذا كان للأنثى الحاملة لجين عَمَى الألوان المتنحِّي (c) أولاد من رجل يملك جيناً سائداً للبصر السَّوي (C).



ارتباطات الانترنت

- فيلم واختبار قصيران.
www.brainpop.com/health/growthanddevelopment/genes/index.weml
- انقر على «Classical Genetics» للحصول على معلومات متقدِّمة ورسوم متحركة وفيديو وألغاز.
vector.cshl.org/dnaftb/
- استيلاد «Breed» بعض الفئران على الشبكة
www.explorescience.com/activities/Activity_page.cfm?ActivityID=39
- اقرأ عن الأبحاث الجارية على الجينات المسبِّبة للمرض والعلاجات المتوفرة لها.
www.hhmi.org/GeneticTrail/start.htm
- تفسير مبسَّط للجينات.
www.eurekascience.com/ICanDoThat/dna_intro.htm

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

التكنولوجيا الوراثية

واطسون وكريك أمام نموذجهما لحمض الدنا.

خطت الأبحاث الجينية خطوة كبيرة إلى الأمام في بداية خمسينيّات القرن العشرين، عندما اكتشف جيمس واطسون وفرانسيس كريك بنية الحمض الريبي النووي المنقوص الأكسجين (الدنا*). وقد ساعدت هذه المعرفة العلماء في اكتشاف المزيد من المعلومات عن الجينات، وكيف تتأثر الكائنات الحية بها. ولا تزال الاكتشافات الجديدة في علم الوراثة تتواصل وتستعمل في مجالات مختلفة، سنتناول بعضاً منها على هذه الصفحات.

بِنْيَة حمض الدَّنَا

يشبه كلُّ جُزَيء من الدنا شكل سُلَّم حَبْلي مَفْتُول. ويُعرف هذا الشكل الحلزوني **باللَّوْلَب المُزْدَوِج**. تتكوَّن دَرَجات السُلَّم من أربع موادّ كيميائية ترتبط في أزواج هي: الأدينين والثيمين والغوانين والسيتوزين. وتسمى هذه المواد الكيميائية **القواعد**، وتعرف عادة من خلال حروفها الاستهلالية، A وT وC وG.

يكون جانبا السُلَّم مصنوعين من طاقَيْن من سُكر يسمى **الريبوز المنقوص الأكسجين** (ديوكسي ريبوز)، يتناوب مع عناقيد كيميائية تسمّى **المجموعات الفسفاتية**. تؤلف كلُّ مجموعة، بالإضافة إلى قاعدة واحدة، وَحْدَةً تسمّى النُوَيدة (**النوكليوتيد**). والجين هو عبارة عن متتالية مؤلَّفة من حوالي 250 زوجاً من النُويدات. ويعتقد أن هناك حوالي 1000 جين على كلِّ جزيء من الدنا.

أَبْحاث المَجِيْن الوِراثي

يسمّى كل الدنا الموجود في كائن حي **المَجِيْن (الجِيْنُوم)**. وتسمى القائمة المرتبة لكلِّ القواعد الموجودة في مجين **الخريطة**. وأوّل خريطة وضعت لمجين كانت خريطة خلية الخميرة.

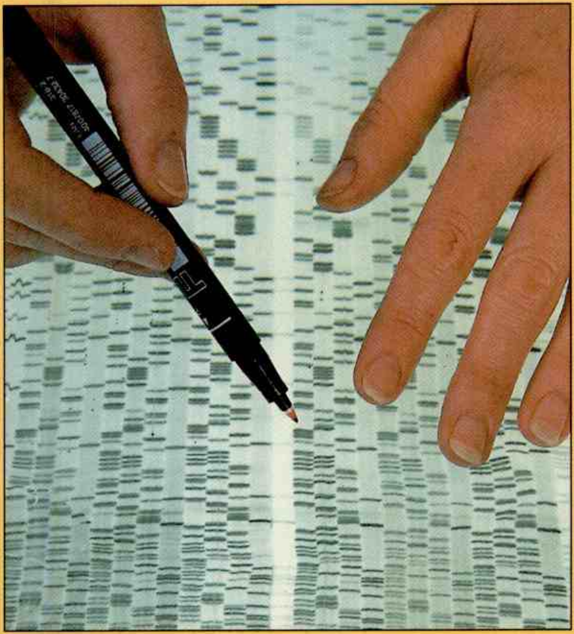
لكن المَعْلَم الهام جداً في الأبحاث الوراثية كان في حزيران/يونيو 2000، عندما أعلن العلماء عن توصُّلهم لوضع مُسْوِدَّة تحوي 3.2 بليون زوْج قاعدي تشكل المجين البشري. وسيكون لهذه الخريطة عند اكتمالها الكثير من الفوائد. فالأطباء، مثلاً، سيتمكنون من استخدامها لكشف المزيد من الحقائق حول العلاقة بين الجينات وبعض الأمراض، وتطوير أساليب جديدة لعلاجها أو حتى لمنع حصولها.

 *الدنا، 380.

الاِبْتِصَام الجيني

إذا استثنينا أن للإنسان توأماً متطابقاً، فإن الترتيب الصحيح للقواعد في دنا جسمه يكون مختلفاً بشكل طفيف عن دنا أي شخص آخر. لذلك يمكن استخدام طريقة تسمّى **صيغة الدنا أو الابتصام الجيني** لمقارنة عيِّنات من الدنا. فإذا كانت عيّنات الدنا متطابقة، فهذا يعني على الأغلب أنها عائدة للشخص نفسه أو لتوأمَيْن متطابقين.

ولصيغة الدنا استعمالات عديدة. فعلماء الشرطة الجنائية، مثلاً، يمكنهم استخلاص الدنا من شَعْرة واحدة أو من نقطة دم موجودة في مكان الجريمة، وبواسطتها يستطيعون تحديد الشخص الذي اقترف الجريمة.



عَالِمٌ يفحص متتاليات الدنا. يتوقّف شكل الأشرطة على ترتيب القواعد. فإذا كانت الأنماط الشريطية لعيِّنتَيْن متطابقة تماماً، فهي تكون على الأرجح عائدة لنفس الشخص أو لتوأمَيْن متطابقَيْن.

تحوي عيِّنات الدنا المأخوذة من أشخاص ذوي قُرْبَى على كثير من الجينات المتماثلة أكثر بكثير مما تحويه العينات المأخوذة من أشخاص لا يمتّ بعضهم إلى بعض بصِلة. ويستطيع العلماء من خلال مقارنتهم لعيِّنات الدنا تحديد علاقة النسب إن وجدت ودرجة هذه العلاقة.

بعد الثورة البلْشَفيَّة في روسيا عام 1917، قتِل القيصر نيقولا الثاني مع زوجته وثلاثة من أولاده ودفنوا في قبر لم توضع عليه أي علامات. وقد عُثر على رُفات في عام 1991 يعتقد أنها عائدة لهم. تم التعرّف على القيصر من خلال مقارنة الدنا العائد إليه مع دنا شقيقه. كما أخذت أيضاً عيّنة دنا الأمير فيليب، دوق إدنبرة، الذي يمتّ بصلة قرابة مع زوجة القيصر. وقد ساعد ذلك في التحقق من هويتها.

الهندسة الوراثية

تمكّن العلماء من اكتشاف طريقة لاستخلاص الجينات واستعمالها في مجالات مختلفة، كالطب والزراعة والصناعة. وقد عُرِف هذا التداول للجينات باسم **الهندسة الوراثية**، التي سنتناول بعضاً من أشكالها المختلفة في الصفحتين 384-385.

تُعرف التِقَنِيَّة الرئيسيَّة المستخدَمة في الهندسة الوراثية **بتضْفير الجينات**، حيث تستخدم مواد كيميائية تدعى **انزيمات التحْديد** لفصل جينات نوعيَّة عن الدنا. وتستخدم انزيمات أخرى، تسمّى **اللِيغازات**، لِجَدْل الجينات أو ربطها بدنا مأخوذ من كائن حي مناسب.

هذا الدنا المحوَّر، الذي يسمّى **الدنا المَأْشُوب (rDNA)**، يمكن استخدامه لاحقاً بطرق مختلفة. فمثلاً، يمكن وضعه في جرثوم* سريع الاستيلاد، يتكاثر بسرعة كبيرة لتوليد أعداد كبيرة من الجراثيم، يحتوي كل جرثوم منها على الدنا المأشوب بالجين النوعي ذاته.

أسلوب تَضْفير الجينات

1. يؤخذ الجين المطلوب (المسمّى **الدنا المستهدَف**) من نواة خلية.

2. يُضْفَر الدَنا المستهدف مع بلازميد، وهو قطعة خاصة من دنا الجرثوم.

3. يُوضع الدنا المَأْشُوب بعد ذلك داخل **جُرْثُوم ثوي** لنوع سريع الانقسام.

4. ينقسم الجرثوم الثويّ عدة مرات، مولداً الكثير من النسخ المتطابقة، تحتوي كل منها على الدنا المستهدف (الجين المطلوب).

*جراثيم، 386.

الاستيلاد

كان المزارعون منذ القدم يختارون أفضل الحيوانات والنباتات للاستيلاد منها، وهو ما يعرف اليوم **بالاستيلاد الانتقائي** أو **الانتقاء الصُنْعي**. ويَرث بعض نَسْل هذه الحيوانات أو النباتات الصفات الجيدة من آبائهم.

يُطلق على عملية الاستيلاد من نباتَيْن أو حيوانَيْن من نفس النوع اسم **الاستيلاد النَّقيَ**. أما الاستيلاد من أنواع مختلفة من النباتات أو الحيوانات فهو **استيلادٌ مُتصالِب**. وتكون الذُّريَّة عبارة عن نَسْل جديد مختلط يسمَّى **الهجين**، كما هو مُبَيَّن في المثال أدناه.

تُستَنْبَت النبتة الظاهرة في الأسفل في طبق بتري الزجاجي وتُعطى سائلاً مغذياً بواسطة مصّاصة. تُستَنْبَت الأنواع الجديدة للنباتات المحوَّرة جينيًا وتُختَبَر في المختبرات قبل أن يتم زرعها خارجاً.

التَحْوير الجيني

اكتشف العلماء مؤخَّراً أنه يمكن إنتاج نباتات وحيوانات ذات صفة خاصة عن طريق تبديل جيناتها بطريقة معينة. وقد سميَّت هذه التقنية باسم **التَحْوير الجيني**.

يكون الاستيلاد الانتقائي التقليدي ممكناً فقط مع نسائل وثيقة القرابة، لأنه يتضمَّن مَزْجاً للمادة البيولوجية أكثر منه مزجاً للدنا وحسب. ولكن بالرغم من ذلك، فقد استطاع العلماء، باستخدام التقنيات الجينية، نقل الجينات بين أنواع لا تمتّ بصِلة إلى بعضها. وتوصف الكائنات الحيَّة التي تحوي جينات مأخوذة من مصدر آخر **بالجينات الطافِرة**.

ويحاول العلماء اليوم اكتشاف طرق يمكن من خلالها تبديل جينات النباتات لإنتاج محاصيل تكون أكثر مقاومة للمرض وعوامل الطقس والمواد الكيميائية المستخدمة لقتل الحشرات والأعشاب الضارَّة.

إن نبات القطن، كذلك المبيَّن في هذه الصورة، يمكن أن يحوَّر جينيًا لمقاومة الحشرات.

ففي أستراليا، على سبيل المثال، تلتهم أنواع خاصة من يرقات الفراشات محاصيل نباتات القطن. وقد أجرى العلماء هندسة وراثية لنبات القطن مكّنته من صنع مادة سامة لهذه اليرقات أو لأيٍّ حشرة أخرى تحاول أكله.

الصيدلة الجينيّة

نجحت الهندسة الوراثية في جعل بعضِ النباتات والحيوانات تنتج أنواعاً من البروتينات المفيدة في حقل الطبّ. وتعرف هذه التقنيَّة باسم **الصيدلة الجينيَّة**. فمثلاً، جرى تحوير جينيٍ لنعجة لإدرار لبن يحتوي على مركب **ألفا -1 انتيتريبسين**، وهو عقار يستخدم في معالجة مرضى التليُّف الكيسي.

وهناك فوائد طبيَّة أخرى لعملية التحوير الجيني للحيوانات. فمثلاً، يمكن أحياناً غرْس عضو من جسم الخنزير، كالقلب مثلاً، في جسم إنسان يعاني من قصور في أحد الأعضاء، إذا لم يتأمَّن مانح أعضاء بشري ملائم له. ويُعطى المريض، بعد العملية، أدوية لمنع كريَّات الدم البيضاء من مهاجمة العضو الجديد بنفس الطريقة التي تهاجم فيها غزواً جرثومياً (انظر ص 387).

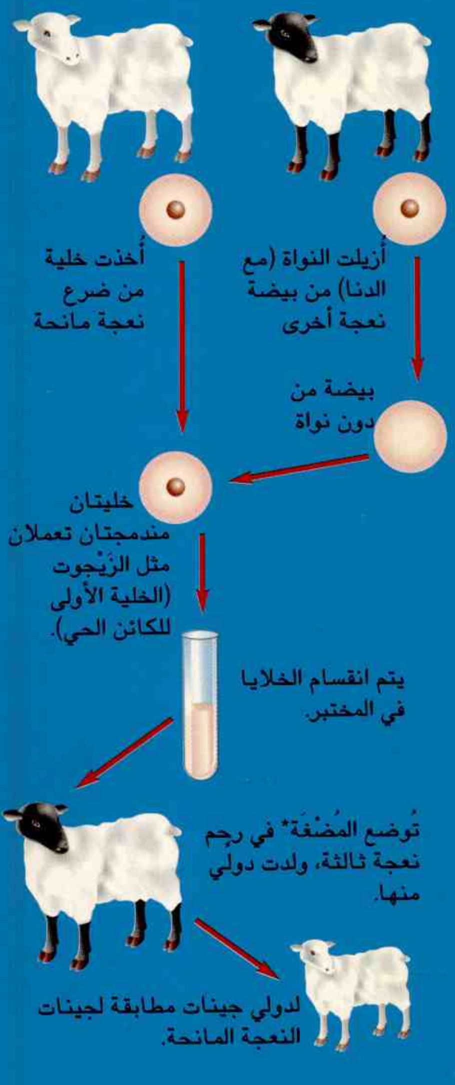
وبإضافة جينات بشرية معيَّنة إلى دنا بعض الخنازير، يمكن استيلاد خنازير تكون أعضاؤها أكثر ملائمة للغرس في الإنسان.

استنساخ الحيوانات

يُولد الحيوان، في الطبيعة، نتيجة لعملية التكاثر، وهو يَرِث جيناته من أَبَوَيْه. وقد نجحت الهندسة الجينيَّة في استيلاد **المستنسَخات أو النسائل** وهي حيوانات مُطَابِقة جينيًّا لأب وحيد فقط.

في عام 1997، أخذ العلماء في معهد رُوزلِن في أدنبرة بيضة* من نعجة ونزعوا نواتها* (مع كلِّ الدنا العائد لها)، ثم دمجوا البيضة في خلية أُخذت من نعجة أخرى. وبعد أسبوع على نمو البيضة في المختبر، وُضعت كرَة الخلايا الانقسامية في رَحِم نعجة ثالثة. وبعد خمسة أشهر، وُلِدت نعجة صغيرة مُسْتَنْسَخة سُمِّيت دولي.

كيف تم استنساخ النعجة دولّي



تحقّق بنفسك

تعتبر التكنولوجيا الوراثية من الميادين العلميةِ السريعة التطوّر. تابع المواضيع المتعلقة بعلم الوراثة من خلال أخبار التلفزيون والراديو واقرأ ما تنشره الصُحُف عنها. يمكنك أيضاً البحث عن أحدث المعلومات المتعلقة بالمواضيع الوراثية على شبكة الأنترنت (انظر الإطار في الأسفل)، واكتشاف فوائد أخرى للتكنولوجيا الوراثية، مثل:

- **المعالجة الجينية** –علاج بعض الاضطرابات الجينية بواسطة جينات سليمة.
- **التَحرِّي الجيني**–البحث عن جينات في دنا أشخاص يمكن أن تسبِّب المرض لهم أو لأولادهم.

علم الوراثة في الأخبار

تشكل غالباً إنجازات الهندسة الوراثية عناوين رئيسية مثيرة في الأخبار. فمثلاً، سبَّب استخدام **الكائنات المعدَّلة جينياً** قلقاً لكثير من الناس بسببِ غموض تأثيراتها الطويلة الأمد. إلاّ أن شركات التغذية كان لها رأي مخالف، إذ رأت فيه طريقة لإنتاج طعام أكثر ولكن بكلفة أقل. وبإمكانك قراءة المزيد عن التحوير الجيني على الصفحة 291.

ارتباطات الانترنت

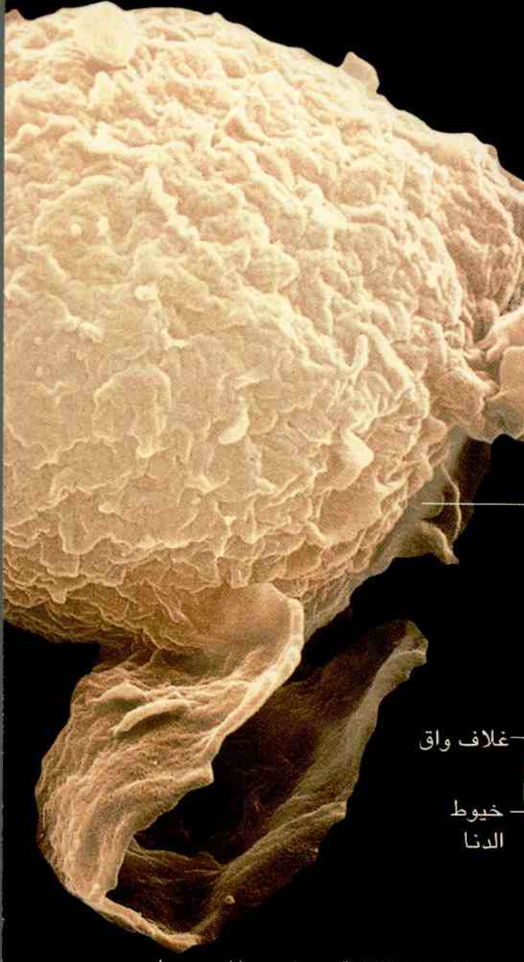
- إقرأ عن الدنا وحاول القيام بنشاط معملي لمضاعفة طاق الدنا.
  www.pbs.org/wgbh/aso/tryit/dna/index.html
- ألق نظرة فاحصة على الدنا، واكتشف طريقة عمله ثم اقرأ عن المعضلات الأخلاقية التي تواجه العمل على الدنا.
  www.thetech.org/exhibits_events/online/genome/
- معلومات مفصَّلة ومثيرة للأفكار حول الاستنساخ.
  library.thinkquest.org/24355/home.html
- تفسيرات جَذِلة لتقنيات الهندسة الوراثية.
  www.eurekascience.com/ICanDoThat/gen_eng.htm
- إقرأ عن آخر المعالجات والأبحاث الجينية المذهلة.
  www.thirteen.org/innovation/index.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*بيضة، 376: مضغة، 377: نواة، 380.

مُقَاوَمة المرض

المَرَض هو أيُّ شيء يمنع الجسم أو قسماً منه عن القيام بعمله بصورة سليمة. بعض الأمراض تسبِّبها كائنات حيَّة مجهريَّة ضارَّة تسمّى **الجراثيم**. وبعضها الآخر ينتج عن نمط النظام الغذائي أو انعدام النشاط البَدَنيّ أو عن جينات* مُعِيبَة، أو نتيجة للشيخوخة أو بسبب موادّ كيميائية سامَّة، كالنيكوتين الموجود في السجائر.



تساعد خلايا الدم البيضاء مثل هذه الخلية في الدفاع عن جسم الإنسان ضد العدوى.

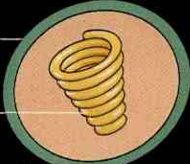
الرجل الكاذبة بروز يصطاد الجراثيم ويبتلعها.

الجراثيم

العَوَامِل المُمْرِضَة هي الاسم العلمي للجراثيم. وهناك نوعان منها: البكتيريا والفيروسات، ويعتبران مسؤولَيْن عن أمراض كثيرة تصيب الإنسان.

الجراثيم (البكتيريا) هي كائنات حيَّة مِجْهَرية توجد أينما كان، تفرز أنواعها المؤذية موادّ كيميائية سامَّة، تسمى **الذيفانات**، يمكن أن تسبِّب المرض. وتختلف العِلَلُ والأمراض باختلاف البكتيريا المسبِّبة لها.

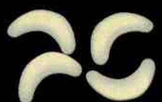
الفيروسات هي خيوط من الدنا* توجد داخل غلاف يحميها. وهي لا تستطيع الحياة اعتماداً على ذاتها، بل تغزو خلايا جسم الإنسان وتستخدمها كمصانع لإنتاج المزيد من الفيروسات، الأمر الذي يسبِّب في النهاية موت الخلية. ومن الأمراض التي تسببها الفيروسات الزُكام والأنفلونزا والإيْدز.



الأنواع الرئيسية للجراثيم

المُكَوَّرات جراثيم كروية الشكل، تسبِّب معظم التهابات الحلْق.

العُصَيَّات جراثيم عصويَّة الشكل، تسبِّب السِّل والحمَّى التيفية.



الضَمَّات جراثيم ذات شكلٍ عصوي منحنٍ، تسبِّب أمراضاً مثل الكوليرا.

الحَلَيْزنات جراثيم لولبية الشكل، تسبِّب أمراضاً كحمَّى عضَّة الجرذ.

دِفاع الجسم

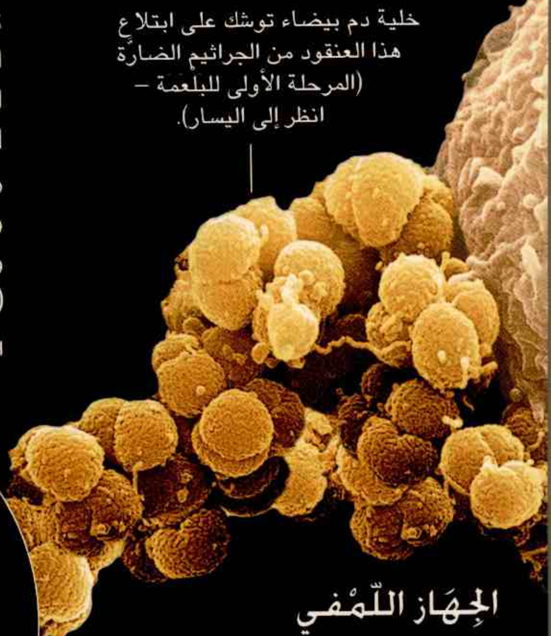
الجراثيم أجسام **عدْوائيَّة**، بمعنى أنها تنتقل من كائن حيٍّ إلى آخر. وهي قادرة على الانتشار بعدَّة طرق، في الهواء والماء وباللمس. كما تنتشر عن طريق الحيوانات أيضاً.

تلتصق الجراثيم بأقدام الذبابة وبجسمها الشعري أثناء تغذيتها على الروْث أو المواد الفاسدة. وقد تنتقل هذه الجراثيم إلى طعام الإنسان عندما تحطّ الذبابة عليه.

يملك جسم الإنسان أساليب عديدة لحماية نفسه من الجراثيم. فالجلد أولاً يحاول إبقاء الجراثيم بعيدة عنه، لكنها إذا تمكنت من الدخول، فإن الجسم يلجأ إلى طرق عديدة لطردها خارجاً. والجدول إلى اليسار يبيِّن أهم الطرق الأساسية لدفاعات الجسم.

دفاعات جسم الإنسان	
الجِلْد	يشكِّل الجلد حواجز مقاومة للجراثيم.
الأَنْف	يحتجز الشعْر والمُخَاط الجراثيم والأتربة المحمولة بالهواء.
الأُذُنان	يحتجز الشَّمْع الموجود داخلهما الجراثيم.
الجَفْنَان	يبعدان الجراثيم عن العين.
الدُمُوع	تغسل العينين.
المَعِدَة	يقتل حمض الهيدروكلوريك الجراثيم الموجودة في الطعام.
اللَّوزتان والغدّانيَّات	تقتل الجراثيم في الحلق.
خلايا الدم البيضاء	تبيد الجراثيم داخل الجسم.
الطِّحال	يحوي خلايا الدم البيضاء التي تقاوم العدوى.

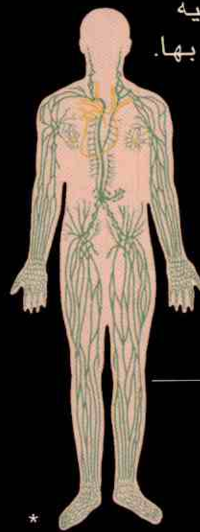
*جينات، دنا، 380 – 385.



خلية دم بيضاء توشك على ابتلاعِ هذا العنقود من الجراثيم الضارّة (المرحلة الأولى للبلْعَمَة – انظر إلى اليسار).

الجِهَاز اللّمْفي

يعمل **الجهاز اللّمْفي** في جسم الإنسان بالاشتراك مع خلايا الدم البيضاء على مقاومة المرض. والجهاز اللمفي هو عبارة عن شبكة من الأوعية والأعضاء المتّصلة بها. تحوي الأوعية على مادة **اللّمْف**، وهي سائل مكوَّن من فُضالات مُتَشرِّبة من السائل الخلالي* وخلايا الدم البيضاء.



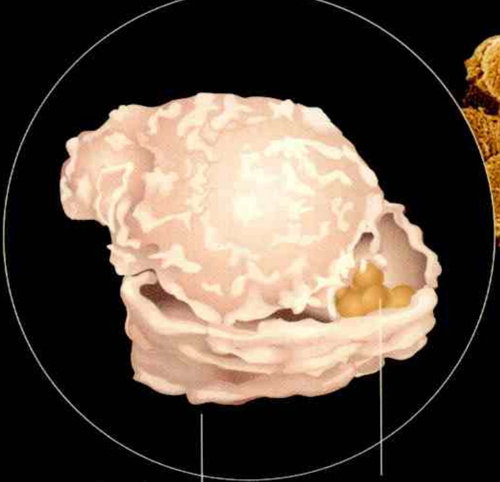
الأوْعية اللّمْفيّة تنقل اللّمْف في أنحاء الجسم.

يَنْزَح اللَّمف عائداً إلى الدم عبر وريدَيْن موجودَيْن قرب العنق، مجدِّداً بذلك كريات الدم البيضاء لتبدأ عملها من جديد (انظر إلى اليسار). أما **العُقد اللّمْفيَّة** فهي أعضاء توجد على شكل عناقيد حول الجهاز (في العُنُق والإبْطَيْن والأرْبيَّة). وفي هذه العُقد، يتم صنع الكثير من كريات الدم البيضاء، كما يتم أيضاً اصطياد الكثير من الجراثيم وإبادتها.

خلايا الدم البيضاء

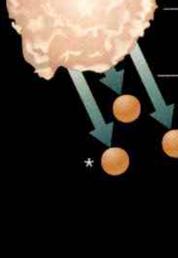
تترك كريّات الدم البيضاء الدَّمَ (عبر الجدران الشَّعْريّة*) إلى السائل الخلالي* واللمف، وتجول معهما لمحاربة المرض. وهناك نوعان رئيسيان من هذه الخلايا: الوَحيدات واللّمْفيات. تطوِّق **الوَحيدات** الجراثيم وتَهْضُمها في عملية تسمّى **البَلْعَمَة** (انظر إلى اليمين والأسفل).

المرحلة الأخيرة للبلْعَمة



يجول بعض الوحيدات، المسمّاة **البلاعم الجوّالة**، في صورة مستمرة في أرجاء الجسم، في حين يبقى بعضها الآخر، **البلاعم الثابتة**، مستقراً في عضو خاص، كالعُقد اللمفية، لمحاربة أي جراثيم تتجمَّع هناك.

تُصنَع **اللّمْفيات** أساساً في العُقد اللمفيّة. وهي تبيد الجراثيم بواسطة موادّ كيميائية تدعى **الأضْداد**. ويُصْنع كلُّ نوع من الأضداد خصِّيصاً لمهاجمة مادة كيميائية معيَّنة، أو **مُسْتَضِدّ**، يحمله الجرثوم الغازي.



المَنَاعَة

إذا صنع جسم الإنسان ضِدّاً لمقاومة **مُسْتَضِدّ** جرثوم خاص، فإنه يتمكن من صنعه ثانية بسرعة كبيرة إذا ما دخل نفس الجرثوم إلى جسمه. وهذا ما يمنحه **مَقاومَة** أو**مَناعَة فاعِلَة** ضد المرض.

يستطيع الإنسان أيضاً أن يحصل على مناعة ضد بعض الأمراض، كالحصْبَة مثلاً، عن طريق أخذ **اللقاح**. واللقاح هو عبارة عن جُرْعة من الجرثوم تكون مُضَعَّفة جداً بحيث لا تسبِّب المرض، لكنها تحوي ما يكفي من المستضدّات لتحريض الجسم على توليد الأضداد (الأجسام المضادَّة)، ما يوفر حماية للجسم ضد أيِّ هجمات يقوم بها الجرثوم لاحقاً. تسمَّى هذه العملية **التلْقيح**.

طُرُق التّلْقيح

في بعض البلدان، تعطى قطرات اللقاح ضدّ داء الشلل على شكل أقراص من السُكّر.

يُعطى معظم اللقاحات بالحقن حتى لا تتْلفها العُصارات الهضميّة.

إن حقْن الأضْداد بعد استفحال المرض يعطي الجسم **مناعة لا فاعلة**. وبهذه الطريقة يمكن القضاء على الجراثيم المؤذية، لكن المناعة لا تدوم.

ارتباطات الانترنت

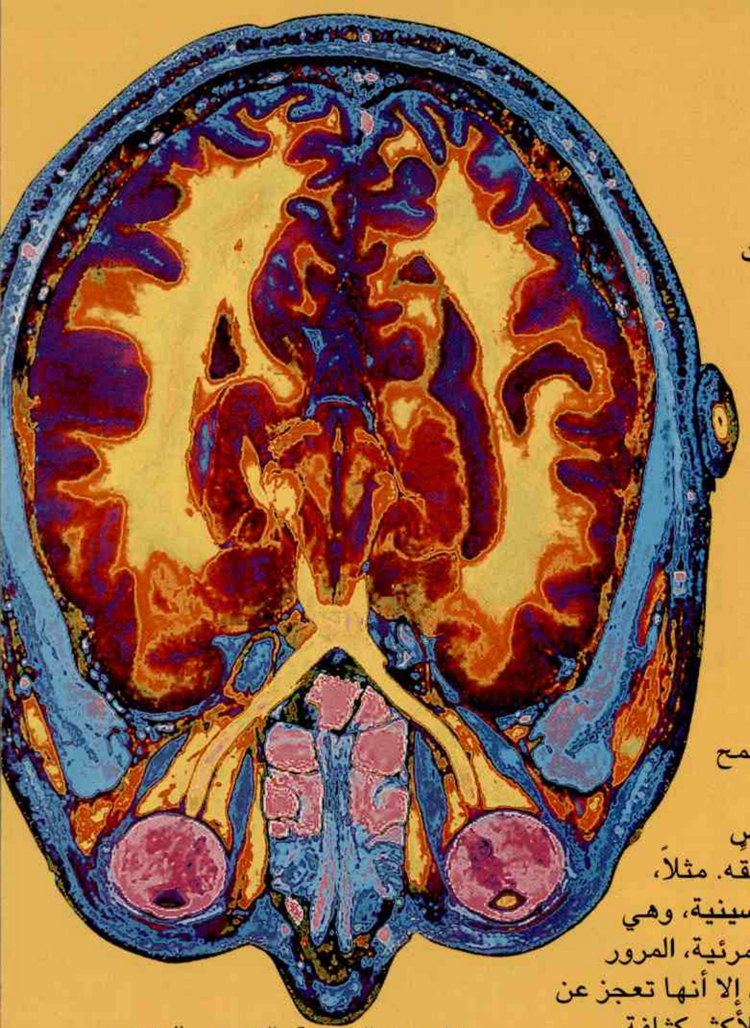
- حقائق عن الجراثيم والأمراض التي تسبّبها
kidshealth.org/kid/talk/qa/germs.html
- عرْض لصور متحركَة تثقيفية عن الإيدز وعن اكتشاف لقاح الشلل.
www.pbs.org/wgbh/aso/ontheedge/aids/
www.pbs.org/wgbh/aso/ontheedge/polio/index.html
- اكتشف ما يتعلق بالميكروبات، كالجراثيم، وقم بحلِّ ألغاز الميكروب.
www.amnh.org/explore/infection/index.html
- اقرأ عن الاختلافات بين الفيروسات والجراثيم. استخدم القائمة لاكتشاف بقية موقع الميكروبات هذا.
www.microbe.org/microbes/virus_or_bacterium.asp

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى *www.usborne.com* وانقر على "Quicklinks".

*سائل خلالي، 351؛ شعيرات، 351؛ عصارات هضمية، 354.

الطب

غالباً ما تكون دِفاعات جسم الإنسان قويَّة بحيث تبقيه بصحة جيدة دونما حاجة لزيارة الطبيب. ومع ذلك، فإذا احتاج الإنسان للمساعدة، فهناك مجال واسع من العلم المتخصِّص في علاج المرض والحفاظ على جسم الإنسان لائقاً وسليماً. يسمى هذا العلم الطِّب. وقد ساعدت النجاحات الكبيرة في الطبّ على زيادة مأمول الحياة لكثير من الناس.



تظهر هذه التفريسة بالتصوير بالرنين المغنطيسي مقطعاً للرأس. يمثل الجزء الجَوْزي الشكل الدماغ واللطختان الزهريتان كُرَتيْ العين.

التشخيص

عندما يقوم الإنسان بزيارة طبيب لِعلَّة يشكو منها، يطرح عليه الطبيب عليه عدداً من الأسئلة ويفحصه ليعرف ما يعاني منه. يسمَّى هذا العمل **التشْخيص**. وإذا ارتأى الطبيب أنه بحاجة للمزيد من المعلومات، فهناك اختبارات كثيرة يمكن القيام بها، بعضها بسيط وبعضها الآخر مُكْلِفٌ ويحتاج إلى أجهزة معقدة.

إن التحليل الكيميائي لعيِّنات من سوائل الجسم، كالدَّم والبَوْل، يمكن أن يكشف دلائل هامة وموثوقة. مثلاً، يمكن أن يعتبر وجود الغلوكوز في البول علامة للداء السُكري. ويمكن التأكد منه بتغميس قضيب مشرَّب بمادة كيميائية في عيِّنة البول، حيث تأخذ قمة القضيب لوناً معيَّناً تبعاً لمقدار الغلوكوز في البول.

والطُرق المتنوِّعة **للتصوير الطبي** تسمح للأطباء برؤية ما بداخل جسم المريض دونما حاجة إلى شَقه. مثلاً، تستطيع **الأشعَّة السينية**، وهي أشعة طاقوية غير مرئية، المرور عبر النسيج الطريّ، إلا أنها تعجز عن المرور عبر المواد الأكثر كثافة كالعظم. لذلك تعتبر هذه الأشعة مفيدة بصورة خاصة لكشف كسور العظام.

أما المناطق الطريَّة، كالقناة الهضمية*، فيمكن فحصها عن طريق ملْئِها بسائل **ظَلِيل للأشعة**، يمنع الأشعة السينيَة منَ المرور عبرها، ما يسمح برؤية أيَّة انسدادات أو تغيُّرات في شكلها المألوف.

يتألف **مِفْراسُ التَصْوير المَقْطَعي المُحَوْسَب** من كاميرا متطوِّرة للأشعة السينية تستطيع التقاط صُور مفصَّلة للأنسجة الصُّلبة والطريَّة. يتم مَسْح الجسم في مقاطع وتلقم الصور في الحاسوب. بعد ذلك يقوم الأطباء بدراسة الصور لمعرفة ما إذا كان هناك أيُّ ظلال غير اعتيادية أو تغيّرات في الشكل يمكن أن تكون علامة لمعضلة ما، كالناميات الشاذة المعروفة **بالأَوْرَام**.

يَمْسَح **مِفْرَاس التَصْوير بالرَّنِيْن المَغْنَطيسي** مَقَاطِع الجسم، إلا أنه يستخدم الموجات الراديوية بوجود مغنطيس قويّ. بعد ذلك يقوم الحاسوب بتركيب الصور لخلق صورة ثلاثية الأبعاد. وتستخدم تفاريس التصوير بالرنين المغنطيسي بصورة خاصة للبحث عن أمراض الجهاز العصبي والدماغ.

تكون صور الأشعة السينية عادة بيضاء على خلفية سوداء: هذه صورة أضيفت إليها الألوان.

تم تمرير الأشعة السينية عبر هذه اليد لتشكيل صورة على لوحة فوتوغرافية.

مخطَّط اختبار البول

*قناة هضمية، 354.

المُعَالَجة

تتفاوت المعالجات بين الرَّاحة أو التمارين الرياضية أو تغيير النظام الغذائِي إلى الأدوية وطرق أخرى أكثر تعقيداً. وفي بعض الحالات، مثلاً، قد يضطر الطبيب إلى إجراء **عَمَليَّة** يَشُقّ فيها جسم المريض لتَرْميم عُضْوٍ فيه أو اِسْتِئْصَال جزء مريض منه.

الأدْوية

تستخدم موادّ كيميائية تُعرف **بالأَدْوِية** أو **العَقَاقير** في معالجة أنواع كثيرة من الأمراض والعِلَل. ويتم صنع معظم الأدوية في المختبرات، ويرتكز الكثير منها على موادّ نباتيَّة لها خصائص شِفائيَّة.

تحتوي أوراق القِمْعيَّة الأرجوانيَّة على مادَّة تدعى الديجيتالس. وهي تصنَع حاليا لاستخدامها في معالجة مرض القلب.

من هذه العَقاقير **المُضادَّات الحَيَوِيَّة** التي تستخدم في معالجة الكثير من الأمراض التي تسبِّبها البكتيريا*. وهي تقوم بعملها إما على منع البكتيريا من التكاثر أو بإبادتها كليًّا. لكن المضادَّات الحيوية ليس لها تأثير على العِلَل التي تسبِّبها الفيروسات*، كالزُكام والأنفلوَنزا.

تعتبر الأدوية كافّة موادّ خطرة يجب عدم الاقتراب منها من دون استشارة الطبيب أو الصَّيْدَلي، لأن سوء استعمالها يمكن أن يكون سبباً لمرض الإنسان أو حتى وفاته.

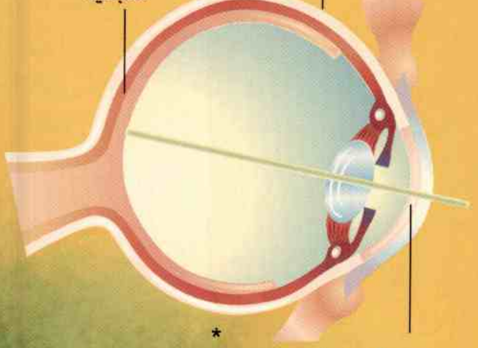
إن هذا النموّ الفروي الأخضر هو لفطر البنيسيليوم. في عام 1928، اكتشف العالم الاسكتلندي الكسندر فليمنغ أن هذا الفطر يستطيع قتل الجراثيم واستخدمه لتحضير البنسلين، أوّل عقار من المضادات الحيوية.

*جراثيم، 386؛ شبكية، 370؛ فيروسات، 386.

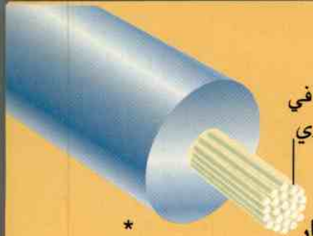
الجِرَاحَة

جميع العمليات الجراحية هي جزء من مجال طبي يسمى **الجراحة**. وهي تجرى عادة في المستشفيات على أيدي أطباء متخصِّصين يسمون **جرَّاحين**. وهناك مجالات عديدة مختلفة في الجراحة، لكلٍّ منها تقنيّاته المتخصِّصة.

تستخدم **جراحة اللَّيْزر** حُزُماً ضوئية مكثّفة، تسمّى **حُزَم اللَّيْزر**، لإجراء شُقُوق نظيفة ودقيقة ولتنفيذ جراحات حسّاسة، كعمليات العَيْن. وعلى سبيل المثال، إذا انفصلت شبكيَّة* العين، يمكن استخدام اللَّيْزر لإعادة لَحْمها في مكانها الأصلي مخلفة نَدْبَة حرارية بالغة الصغر. وقد طوِّر الليزر أساساً لأغراض غير طبيَّة، كأعمال القطع واللحام في الصناعة.



حزمة ليزر تعيد الشبكية المنفصلة إلى مكانها.



ألياف بصرية في كبل ليف بصري

تستخدم أجهزة الليزر غالباً مع **مِنْظَار داخلي** يُدْخَل في جسم المريض عبر الحَلْق. ويستفاد من المناظير الداخلية في رؤية الأشياء وإزالتها، كالأورام الموجودة في داخل الجسم.

يحتوي الكثير من المناظير الداخلية على **كُبُول ليفيَّة بَصَرية**. وتصنَع هذه الكبُول من خيوط زجاجية شبيهة بالشَّعْر تسمَّى **الأَلْيَاف البَصَرِيَّة**، يستطيع الضوء وحُزُم الليزر المرور عبرها. أما الأنواع الأخرى من الكبُول فلها مَهمَّات مختلفة، كشفط العيِّنات بغرض التحليل.

توفِّر منظومة التكبير للجرَّاح رؤية أوضح.

تُبيد حزمة الليزر نموّاً داخل الجسم

منظار داخلي

ارتباطات الانترنت

- شغِّل هذه الفعَّالية لمعرفة كيف عالج الأطباء نفس المرض في أوقات مختلفة من القرن العشرين. ثم انتقل إلى «ieserveople and DiscoP» لمزيد من المعلومات.
www.pbs.org/wgbh/aso/tryit/doctor/
- رسوم متحركة لأجزاء بديلة للجسم من صنع الإنسان.
www.thirteen.org/innovation/show2/html/animation4.html
- اكتشف المزيد عن أشعة إكس والتصوير بالرنين المغنطيسي وغير ذلك من التقنيات التشخيصية، مع الكثير من الصور.
www.geocities.com/HotSprings/1368/
- تقنيات التصوير التي تستعمل لتفريس كامل جسم الإنسان. لرؤية التفاريس، اختر ناحية من جسم الإنسان، ثم انقر في العمود المعلم بالصور.
www.meddean.luc.edu/lumen/MedEd/GrossAnatomy/cross_section/index.html
- مقالة حديثة حول جراحة اللَّيزر.
www.sciam.com/1998/0498issue/0498berns.html#link1

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

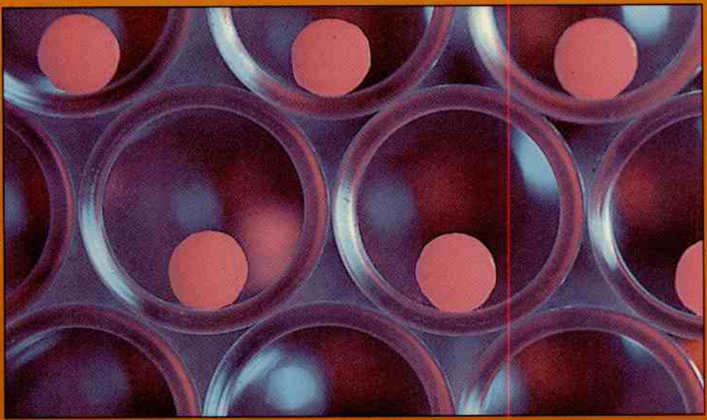
علاجات أخرى

هناك كثير من العلاجات، تسمى **العِلاجات البَدِيلَة**، لم يستخدمها الأطباء في العادة. وبعض هذه العلاجات يُستخدم حاليا إضافة إلى علاجات تقليدية أخرى تسمّى **الطِّب التكميلي**. ويستعين الكثير من الناس بالعلاجات التكميلية كجزء من نمط الحياة الصحّي العام. وسنتطرّق هنا إلى بعض من هذه العلاجات المعروفة جيداً.

المُعَالَجة المِثْليَّة

تأسَّست **المُعَالَجة المِثْلِيَّة** قبل حوالي 200 سنة على يد طبيب ألماني يُدعى صموئيل هانمان. وهي تقوم على فكرة مفادها أن أيّ مادّة تسبّب أعراضاً معيَّنة عند شخص سليم يمكن استعمالها لشفاء الأعراض نفسها عند شخص مريض. ويعتقد أنها تعمل في المساعدة على تحريض دفاعات الجسم الطبيعيَّة (انظر الصفحتين 386-387).

تعمل أدوية **المُعَالَجة المِثْلِيَّة** جيداً في جُرعات صغيرة جداً. ويصنع بعضها من مكوّنات طبيعيَّة، كالأعشاب. كما يحتوي بعضها الآخر على كميّات دقيقة من العقاقير التقليدية.



هذه الحُبوب الزهريَّة للمعالجة المِثْليَّة هي حبوب خالية من أي شيء نقعت في محاليل مخففة جداً لأحد الأدوية.

الوَخْز بالإِبَر

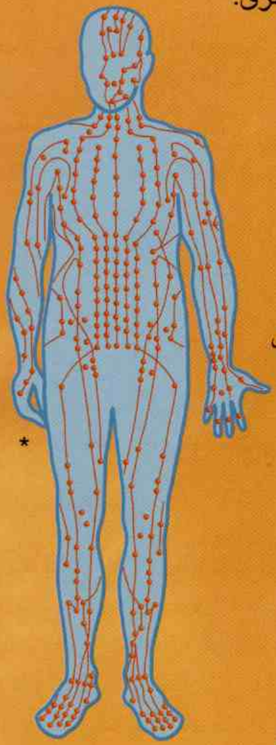
الوَخْز بالإِبَر علاج صينيّ قديم يقوم على فكرة مفادها أن كلّ الأشياء تحوي طاقة تسمى **كي**، تتدفق في قنوات غير مرئية في الجسم تسمّى **الزَّواليَّات**. ويوجد على هذه القنوات مئات من النقاط غير المرئية تسمَّى **نِقاط الضَّغط**.

يعمل طبيب **الوخز بالإبر** على هذه النقاط أساساً، فَيَشِكّ فيها إبَراً رفيعة جداً. لا تسبِّب الإبر أيَّ ألم نظراً إلى الدِراية التامَّة لواخِز الإبر بطريقة ومكان الوَخْز. وقد يعمل الطبيب أيضاً على النقاط بواسطة ضَغط الأصابع عليها أو تسخينها بالأعشاب المحروقة.

يُستفاد من الوخز بالإبر في أغراض عديدة، كتفريج الألم وتخفيف الكرب. ولا يكون العلاج دائماً في نفس المنطقة المريضة. فمثلاً، تبدأ الزَّوالية التي تؤثر على الرئتَيْن من الصدر وتنتهي عند رأس إبهام اليد. ويمكن استخدام أيِّ نقطة على هذه الزَّواليَّة لمعالجة الرئة وذلك تبعاً للتشخيص.

تدليك المَفَاصِل

يعتبر **طبّ التَّوازن الهَيْكلي** وتدليك (**مياداة**) **الأعصاب** أسلوبَيْن لمعالجة المشاكل البدنية بواسطة تدليك المَفَاصِل، وبخاصة العمود الفقري. ويُستعان بهذه العِلاجات غالباً لمشاكل الظَهْر، إلاّ أن اختِصَاصيّ أمراض العظام ومُدلكي الأعصاب يعتقدون أيضاً أنه يمكن معالجة أمراض أخرى، كالصُداع والطَفح، بهذه الطرق.



تظهر الخطوط الزَّوالية باللون الأحمر. وتشير النقاط الدقيقة إلى نقاط الضغط.

اليُوغا

يمارس بعض الأشخاص رياضة **اليُوغا** بهدف الاسترخاء. وهي تجمع بين حركات ووَضْعيَّات خاصَّة، تسمى **الوضْعَات**، مع أساليب معيَّنة في التنفس والتركيز تعرف **بالتأمُّل**. ويرى الكثير من الأشخاص أن اليوغا تساعدهم في تحسين صحّتهم العقلية والبدنية العامة، وتساهم أيضاً في التفريج عن الأوجاع والآلام.

الطِبُّ الوقَائي

إن أهمية الوقاية من المرض توازي أهمية علاجه. لذلك يمضي الأطباء وعلماء الطب وموظفو الصحة العامة معظم أوقاتهم في البحث عن طرق للسيطرة على المرض والقضاء عليه. وهو ما يسمَّى **بالطِب الوقائي**.

يعتبر **التلقيح** أحد الطرق المهمَّة للوقاية من الأمراض (انظر أيضاً الصفحة 387). ويُعطى الرُضَّع والأطفال عادة سلسلة من اللقاحات ضد أمراض كالشَّلل والحصْبَة. كذلك إذا سافر الإنسان فقد يحتاج إلى لقاحات ضدّ أمراض غير مُتوطنة في بلده.

وهناك فحوص طبيَّة منتظمة تُجرى في المدارس والعيادات للبحث عن أيٍّ علامات مُبكِرة للمرض. وهذا الإجراء، الذي يسمَّى **التحرّي**، يساعد الأطباء في اكتشاف المرض ومعالجته قبل استفحاله.

المشُورَة الصحيَّة

يشرح الأطباء للناس فوائد التمارين الرياضيَّة المنتظمة والنظام الغذائي المتوازن في المحافظة على الصحة السليمة. وهم يزوِّدونهم أيضاً بمعلومات حول التأثيرات المؤذية للتدخين وشرب الكحول وسوء استعمال الأدوية على أجسامهم.

معلومات عن العقاقير

العَقَّار هو أي مادّة تؤثر على طريقة عمل الجسم. وتكون للعقاقير المختلفة تأثيرات مختلفة. وتعتبر الأدوية والنيكوتين في السجائر وغيرها عقاقير. وهي متوفرة بشكل قانوني، رغم التحكم في استعمالها بواسطة الوَصْفَات وقيود العمر. وهناك عقاقير أخرى، مثل الهيروويين، تسمَّى مخدّرات وتتوافر بشكل غير قانوني.

إن الإسراف في تناول أي عقَّار، أكان قانونياً أم لا، قد يسبب ضرراً طويل الأمَد أو حتى الموت. وكثير من العقاقير تسبِّب **تعوّداً**، لذا يشعر الناس أنهم بحاجة إلى تناولها، وبعضها يكون **إدمانياً**، أي أن الجسم يتعوّد عليه ويُصاب بالاضطراب بدونه. ونجد أدناه قائمة ببعض العقاقير وتأثيراتها.

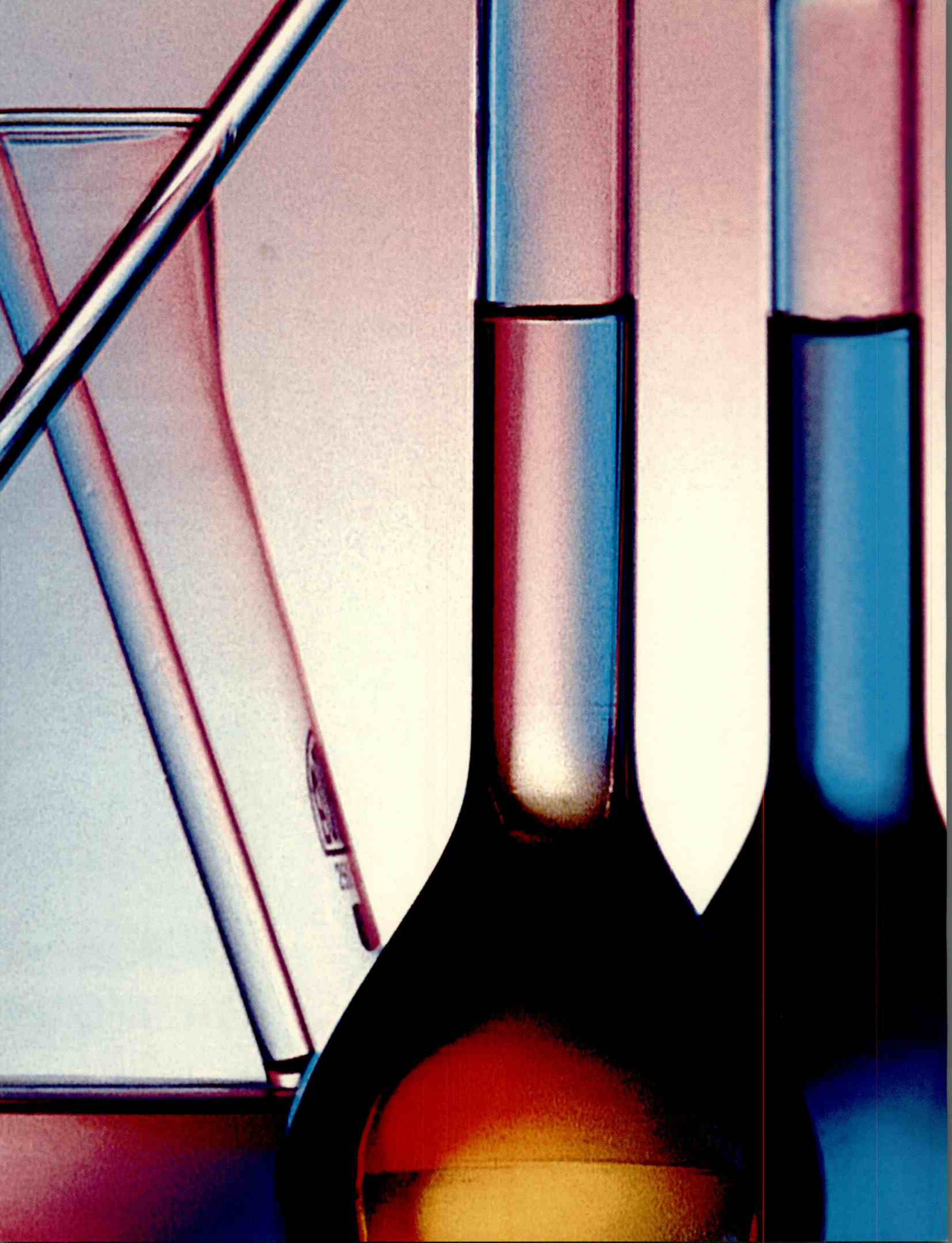
المادة	الوصف	التأثير على الجسم
الكحول	سائل رائق يوجد في الجعة وعصير التفاح والنبيذ والمشروبات الروحية والمشروبات الغازية الكحولية.	استرخاء أو ثقة بالنفس أو اكتئاب. ضعف في التناسق والحكم على الأمور، بحيث أن تناول الكحول والقيادة أمر خطر جداً. إدماني. تأثيرات طويلة الأمد تشمل تلفاً خطيراً للكبد.
الحشيش	أوراق مجفَّفة غالباً أو قطعة صلبة سمراء. يُخلط عادة مع التبغ ويُدخَّن.	استرخاء. تعب أو دُوام أو غثيان، مع جفاف الفم واحمرار العينين وخفقان سريع للقلب. يقترن مع تأثيرات النيكوتين (انظر أدناه).
الكوكايين	مسحوق أبيض ناعم يُستنشق عادة.	إحساس منبِّه أو مثار أو عدواني. يُخرِّب الممرَّات الأنفيَّة ويتلف الرئتين. شديد الإدمان.
الكْراك	شكل من الكوكايين. قطع صغيرة. يُدَخَّن.	
إكستاسي	أقراص أو عُبوات. يُبْلَع.	أحاسيس بالطاقة والثقة أو الإعياء والقلق. يُتلف الكبد والكليتين. قد يقتل دون سابق إنذار.
الهيروويين	مسحوق رماديٍ-بني، يُباع عادة ممزوجاً بمادة التقصير أو الطلق. يُدخَّن، يُنشق أو يُحقن.	إحساس بالسعادة ثم الاكتئاب. عالي الإدمانية يحتاج الجسم إلى جرعات متزايدة وإلا عانى من آلام انسحاب شديدة. يشيع الموت بجرعة مفرطة.
النَّشُوقات	تشمل وقوداً خفيفاً أو غراء أو طلاء أو ورنيشاً. تستنشق عادة.	تولِّد الأدخنة الشعور بالسعادة والدُوام. تتلف بطانة الأنف والرئتين. يمكن أن تسبب الاختناق. إدمانية غالباً.
ال.اس.د LSD	أقراص بيضاء أو على قطع صغيرة من الورق. يُبلع عادة.	يضع المدمن في عالم غريب وأحياناً مخيف، يسمَّى رحلة. يسبِّب مشاكل نفسية وتلفاً في الدماغ.
النيكوتين	في التبغ، كالسجائر مثلاً.	إحساس بالمتعة أو المرض. تعوّد وإدمان. يتلف الرئتين والأهداب*. يسبِّب مرض القلب والتهاب الصدر. وقد يؤدي إلى سرطان الرئة.

ارتباطات الانترنت

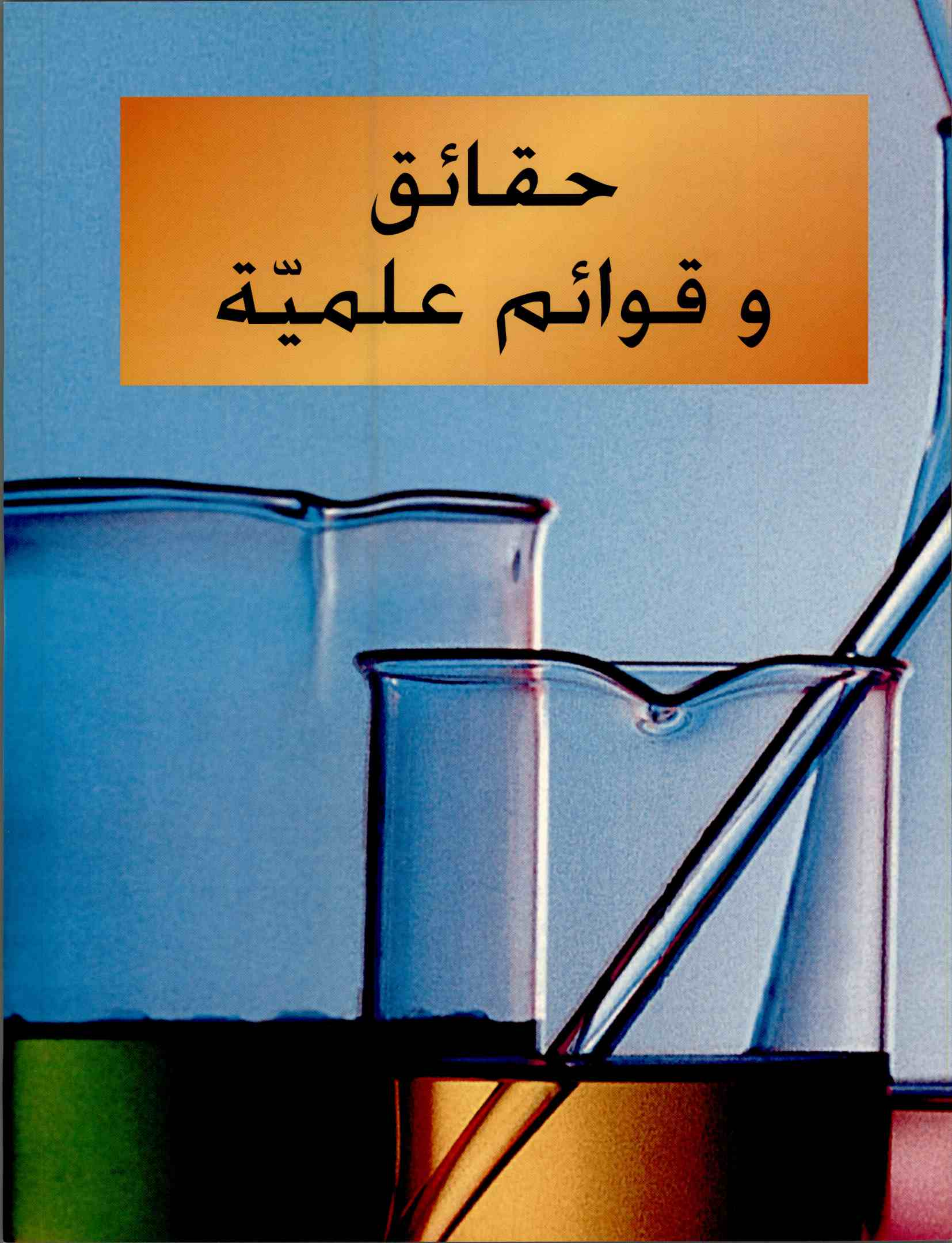
- أجرِ امتحاناً موجزاً لاختبار معلوماتك عن الاعتلالات والأمراض والعلاجات المختلفة. www.un.org/Pubs/CyberSchoolBus/special/health/quiz/index.html
- انتقل الى هذا الموقع للحصول على معلومات عن التدخين والكحول والعقاقير وغيرها من المسائل الصحية. www.mindbodysoul.gov.uk/index.html
- معلومات ورسوم متحركة وأنشطة حول الطب منذ ما قبل التاريخ. www.bbc.co.uk/education/medicine/
- اكتشف المزيد عن اليوغا ووضعاتها. www.yogasite.com/welcome.html
- إقرأ المزيد عن المعالجة المثلية والوخز بالإبر. www.arnica.com/
- استعرض أسئلة «Ask a Scientist» وإجابات قاعدة المعطيات أو أرسل سؤالك الخاص عبر البريد الإلكتروني. www.hhmi.org/askascientist/index.html
- إقرأ عن إدوارد جينر والتلقيح. www.sc.edu/library/spcoll/nathist/jenner.html

للوصول بسرعة إلى هذه المواقع، انتقل إلى www.usborne.com وانقر على "Quicklinks".

*أهداب، 358.



حقائق
و قوائم علميّة



إجراء الأبحاث على الوب

شبكة الوب العالمية مصدر رائع. وسواء كنت تريد بيانات لمشروع مدرسي، أم تفاصيل بشأن هواية ما، أم آخر الأخبار، فالمعلومات موجودة في مكان ما على الوب. لكن العثور عليها قد يكون صعباً. وسوف تجد في الإرشادات والتعليمات التالية عوناً للحصول على أقصى الفائدة من وقت البحث.

محرّكات البحث

محرّكات البحث برامج تحتوي على فهرس واسع لمواقع الوب، مدرجة تحت الأسماء والمصطلحات الرئيسية وفقاً للموضوعات التي تغطيها. للعثور على ما تريد، يمكنك كتابة كلمة أساسية (كلمة ذات صلة بالموضوع) أو اسم الشركة أو المؤسسة التي تبحث عنها.

ربما تجد أن محرّكات البحث التالية هي الأفضل للفروض المدرسية، لأنها تسرد المواقع المفيدة للصغار بشكل خاص.

www.ajkids.com
www.yahooligans.com
www.educationworld.com

اتبع إرشادات محرّك البحث لاختيار الكلمة الأساسية قبل أن تبدأ البحث. ثم عندما ينتهي البحث، اقرأ أوصاف كل المواقع المقترحة للتحقق مما تريد قبل أن تنقر على العنوان

استخدام المعلومات

إذا وجدت شيئاً مفيداً على الوب، يمكنك طباعته أو نسخه على أي برنامج آخر. ولنسخ النصوص والصور باستخدام Internet Explorer، اتبع التعليمات التالية.

النص

1. أضيء النص بمواصلة الضغط على زر الفأرة ثم سحب المؤشر عبره.

2. انقر على «Edit» في شريط القوائم في أعلى الشاشة وانقر على «Copy».

3. افتح المستند الذي تريد أن تحفظ فيه النص. انقر على «Edit» ثم على «Paste».

الصور

1. ضع مؤشر الفأرة على الصورة وانقر زر الفأرة الأيمن (انقر وواصل الضغط إن كنت تستخدم ماكنتوش). تظهر قائمة. انقر على «Copy».

2. افتح المستند الذي تريد أن تضع فيه الصورة وانقر حيث تريد أن تظهر الصورة.

3. انقر على «Edit» ثم على «Paste».

اتباع الارتباطات

تحتوي كل مواقع الوب على ارتباطات تشعّبية. وهي كلمات وعبارات تظهر مضاءة أو ربما بلون مختلف أو تحتها خط. انقر عليها فتنقل مباشرة إلى مواقع أخرى تحتوي على معلومات ذات صلة. وباستخدام الارتباطات التشعبية تختصر الوقت الذي تصرفه في البحث.

التدقيق في الوقائع

إن كنت ترغب في استخدام المعلومات التي وجدتها على الوب، حاول التثبّت من دقتها. يمكنك التدقيق مرتين بالوقائع والأرقام بالرجوع إلى مواقع ومصادر أخرى. ومن المرجّح أن تكون المعلومات المنشورة دقيقة في مواقع الوب المعروفة ذات السمعة الجيّدة.

الإشارة إلى المرجع

إذا استخدمت معلومات من مواقع وب في فروضك المدرسية، اذكرها في نهاية الفرض. وإذا استخدمت مواقع موثوقة، فسوف تظهر لائحتك أنك بحثت عن معلوماتك بعناية.

لا تخالف القانون

اقرأ دائماً أسطر حقوق النشر في كل موقع وب. فهي تذكر ما يمكنك أن تفعله بالمعلومات والصور المحتواة في موقعك. وسوف يُسمح لك على الأرجح باستخدامها في فروضك المدرسية ولاستعمالك الشخصي. لكن اتبع القواعد والقيود، فربما تخالف القانون إن لم تفعل.

السلامة على الإنترنت

- لا تعطِ معلومات شخصية، مثل اسمك الحقيقي أو عنوانك أو رقمِ هاتفك. فأنت لا تستطيع التحكم بمن يحصل عليها.

- لا ترتّب للقاء أحد صادفته على الإنترنت. فقد يدّعي صداقتك لغايات أخرى.

مواقع وب مفيدة

فيما يلي مجموعة من أفضل مواقع المعلومات عن العلوم والتكنولوجيا على الوب. وتجد أيضاً تحت مواقع الارتباطات عناوين تحتوي على ارتباطات تشعّبية بكثير من المواقع الأخرى ذات الصلة.

علوم عامة

home.about.com/science/index.htm?PM=59_0240_T
library.thinkquest.org/16497/home/index.html
www.bbc.co.uk/science
www.brainpop.com
www.enature.com
www.encyclozine.com/Science
www.extremescience.com
www.howstuffworks.com
www.kapili.com/research
www.kidshealth.com/kid
www.madsci.org
www.microscopy-uk.org.uk/
www.nasa.gov
www.popularscience.com
www.sandlotscience.com
www.sciencenet.org.uk
www.st-and.ac.uk/~www_pa/Scots_Guide/intro/electron.htm
www.weather.com
www.ehc.com/vbody.asp

متاحف على الشبكة

www.bostonkids.org
www.chias.org
www.exploratorium.edu
www.fi.edu
www.heureka.fi
www.jsf.or.jp/index_e.html
www.miamisci.org
www.mos.org
www.nmsi.ac.uk/science_museum_fr.htm
www.omsi.edu
www.sci-ctr.edu.sg
www.smm.org

التجارب

ericir.syr.edu/projects/Newton
school.discovery.com/sciencefair-central
www.brighterkids.com/exper8.htm
www.exploratorium.edu/science_explorer
www.spartechsoftware.com/reeko

مجلات على الشبكة

whyfiles.news.wisc.edu
www.microscopy-uk.org.uk/mag/indexmag.html
www.nationalgeographic.com/kids/index.html
www.newscientist.com
www.popularmechanics.com
www.sciencedaily.com
www.scientificamerican.com
www.scitechdaily.com
www.techreview.com

التكنولوجيا

cars.com
faculty.washington.edu/~jbs/itrans
public.web.cern.ch/Public
www.innerauto.com/innerauto/htm/auto.html
www.thereviewzone.com
www.webopedia.com
www.zdnet.com/pcmag
www.zdnet.com/zdnn/mac

مسائل بيئية

www.birdsource.org
www.cotf.edu/ete/modules/msese/elevator.html
www.endangeredeath.com
www.foe.co.uk
www.greenpeace.org
www.oneworld.org/penguin/index.html
www.panda.org
www.rspb.org.uk
www.sierraclub.com
www.webdirectory.com

فروض منزلية ومراجعة

إنكلترا

www.bbc.co.uk/education/revision
www.digitalbrain.com
www.homeworkwlwphant.co.uk
www.homeworkhigh.com
www.samlearning.co.uk

الولايات المتحدة وكندا

WWW.homeworkcentral.com
www.homeworkhelp.com
www.iln.net
www.schoolnet.ca
www.studyweb.com

مواقع الارتباطات

atschool.eduweb.co.uk/trinity/elec2.html
sunsite.berkeley.edu/kidsClick!
www.about.com
www.exploratorium.edu/learning_studio/sciencesites.html
www.foe.co.uk/pubsinfo/infosyst/other_services.html
www.iserv.net/~alexx/lib/tutorial.htm
www.kichline.com/carrie/science.html
www.omsi.edu/explore/infosci/welcome/links.html
www.popsci.com/features/bow99
www.sln.org
www.space.com/spacedir

مواد مرجعية

vlib.org/Science.html
www.britannica.com
www.dictionary.com
www.encarta.msn.com
www.infoplease.com
www.ipl.org
www.mapquest.com
www.refdesk.com/fastfact.html
www.treasure-troves.com
www.webelements.com

معارض صور

americanhistory.si.edu/scienceservice/number.htm
micro.magnet.fsu.edu
photo.weather.com/interact/photogallery
terraserver.microsoft.com/default.asp
whyfiles.org/coolimages/archivesframe.msgl?100
www.cellsalive.net
www.hurricanehunters.com/photo.htm
www.imagineanimals.com
www.msss.com/mars-images/
www.nasa.gov/gallery/photo/index.html
www.nhm.ac.uk/services/piclib/index.html
www.panda.org/photogallery
www.pbrc.hawaii.edu/kunkel
www.rspb-images.com
www.space.com/imagegallery/gallery
www.spacekids.com/imagegallery/gallery

أسئلة المراجعة

يمكنك الاستفادة من أسئلة المراجعة الموجودة في الصفحات 396–403 لاختبار نفسك. وهناك صفحة أسئلة واحدة لكل قسم من الموسوعة. ويمكن إيجاد الإجابات عنها في أسفل كلّ صفحة.

المواد

1. توجد الالكترونات
أ. في المادة السائلة أو الصلبة فقط
ب. في الموصِّلات الكهربائية فقط
ج. في كلّ أشكال المادة (صفحة 10)

2. للذرّة عادة عدد متساوٍ من
أ. النيوترونات والالكترونات
ب. الالكترونات والبروتونات
ج. البروتونات والنيوترونات (صفحة 11)

3. العدد الكتلي لذرة أحد العناصر هو عدد
أ. البروتونات والنيوترونات
ب. البروتونات
ج. الالكترونات (صفحة 12)

4. الذرّات التي لها نفس عدد البروتونات والالكترونات ولكنها تختلف بعدد النيوترونات هي
أ. أيزمرات (متماكبات)
ب. نظائر
ج. متغايرات (أشكال تآصليّة) (صفحة 13)

5. الرمز الكيميائي للحديد هو
أ. F
ب. I
ج. Fe (صفحة 15)

6. الرمز الكيميائي للذهب هو
أ. Go
ب. Au
ج. Ag (صفحة 15)

7. تفسِّر نظرية الحركيّة
أ. تغيّرات الطاقة
ب. حركة الأجسام
ج. خصائص الأجسام الصلبة والسائلة والغازية (صفحة 16)

8. يحدث التصعيد (التسامي) عند
أ. تحوّل الأجسام الصلبة إلى غاز
ب. تحوّل الأجسام الصلبة إلى سائل
ج. تحوّل السوائل إلى غاز (صفحة 18)

9. التكثّف هو عندما
أ. يتحوّل الغاز إلى سائل
ب. يتحوّل الغاز إلى صلب
ج. يتحوّل السائل إلى غاز (صفحة 19)

10. تصنَّف المادة كصلب أو سائل أو غاز تبعاً لحالتها عند
أ. الدرجة المئوية 0
ب. الدرجة المئوية 20
ج. الدرجة المئوية 100 (صفحة 19)

11. تملك الغازات
أ. حجماً وشكلاً محدَّدين
ب. حجماً وشكلاً غير محدّدين
ج. حجماً محدَّداً وشكلاً متغيراً (صفحة 22)

12. ما هو عدد العناصر؟
أ. حوالي 20 عنصراً
ب. حوالي 50 عنصراً
ج. حوالي 100 عنصر (صفحة 24)

13. تعتبر كل اللافِلزّات تقريباً
أ. سائلة عند درجة حرارة الغرفة
ب. عوازل ضعيفة
ج. موصِّلات ضعيفة (صفحة 25)

14. العنصر الأكثر شيوعاً في قشرة الأرض هو
أ. الألمنيوم
ب. الأكسجين
ج. السليكون (صفحة 26)

15. إن الجدول الدوري منظَّم وفق أدوار من العناصر
أ. مرتَّبة في أعمدة
ب. مرتَّبة في صفوف
ج. مرتَّبة في حشود (صفحة 28)

16. إن الجدول الدوري منظَّم أيضاً وفق مجموعات
أ. مرتَّبة في أعمدة
ب. مرتبة في صفوف
ج. مرتبة في حشود (صفحة 28)

17. الفلزّات مواد مطيلة يمكن
أ. طرقها إلى صفائح مستوية
ب. سحبها لصنع أسلاك
ج. صقلها (صفحة 30)

18. في اختبار اللهب، يعطي البوتاسيوم
أ. لهباً أحمر
ب. لهباً برتقالياً
ج. لهباً أرجوانياً (ليلكي) (صفحة 31)

19. في الماء، تشكِّل الفلزّات القلوية
أ. محاليل حمضية
ب. محاليل قلوية
ج. محاليل معتدلة (محايدة) (صفحة 32)

20. المعادن النفيسة
أ. موجودة دائماً في مركَّبات
ب. شديدة التفاعلية
ج. ذات تفاعليَّة لا تذكر (صفحة 32)

21. النحاس الأصفر هو خليط من
أ. النحاس والزنك
ب. النحاس والقصدير
ج. النحاس والنيكل (صفحة 35)

22. البرونز هو خليط من
أ. النحاس والزنك
ب. النحاس والقصدير
ج. النحاس والذهب (صفحة 35)

23. ما هو الغاز المسبِّب لحدوث التآكل
أ. ثاني أكسيد الكبريت
ب. ثاني أكسيد الكربون
ج. الأكسجين (صفحة 40)

24. أحد أقدم المعادن المعروفة هو
أ. الألمنيوم
ب. الذهب
ج. الزنك (صفحة 42)

25. العنصر الأكثر وفرة في الكون هو
أ. الألمنيوم
ب. الهيدروجين
ج. الأكسجين (صفحة 46)

26. أيٌّ عنصر ليس هالوجيناً؟
أ. الكلور
ب. اليود
ج. الفسفور (صفحات 48-49، 55)

27. العناصر الموجودة في أشكال مختلفة الترابط هي
أ. السبائك
ب. المتغايرات (أشكال تآصليَّة)
ج. النظائر (صفحة 50)

28. أيٌّ من المواد التالية ليست شكلاً للكربون؟
أ. الماس
ب. الكبريت
ج. الغرافيت (صفحات 50-51، 54)

29. أحد الاستعمالات الرئيسيَّة للكبريت هو
أ. صنع ثاني أكسيد الكبريت
ب. حفظ الأطعمة
ج. صنع حمض الكبريتيك (صفحة 54)

30. أيٌّ من التالي ليس شكلاً من أشكال الفسفور؟
أ. أصفر
ب. أحمر
ج. أبيض (صفحة 55)

إجابات المواد
1. ج 2. ب 3. أ 4. ب 5. ج 6. ب 7. ج 8. أ 9. أ 10. ب 11. ب 12. ج 13. ج 14. ب 15. ب 16. أ 17. ب 18. ج 19. ب 20. ج 21. أ 22. ب 23. ج 24. ب 25. ب 26. ج 27. ب 28. ب 29. ج 30. أ

الأمزجة والمركّبات

1. أيٌّ من التالي ليس خليطاً؟
أ. الهواء
ب. ماء البحر
ج. ثاني أكسيد الكربون (صفحة 58)

2. يمكن فصل الأصبغة بواسطة
أ. التقطير
ب. الترشيح
ج. الاستشراب (صفحة 60-61)

3. يمكن عزل صلب غير ذوّاب من سائل بواسطة
أ. التبخّر
ب. الترشيح
ج. الاستشراب (صفحة 60)

4. يمكن عزل صلب ذوّاب من سائل بواسطة
أ. التبخّر
ب. الترشيح
ج. الاستشراب (صفحة 61)

5. الغاز الأكثر وفرة في الغلاف الجوي هو
أ. ثاني أكسيد الكربون
ب. النتروجين
ج. الأكسجين (صفحة 62)

6. الأوزون هو شكل
أ. للنتروجين
ب. للأكسجين
ج. للأرغون (صفحة 65)

7. أيٌّ من الغازات التالية يسبّب تراكمه ظاهرة الدفيئة؟
أ. ثاني أكسيد الكربون
ب. الأكسجين
ج. الأرغون (صفحة 65)

8. ما الذي يتشكّل عندما تتّحد ذرّات عناصر مختلفة مع بعضها؟
أ. عنصر جديد
ب. مركّب
ج. خليط (صفحة 66)

9. أيٌّ مما يلي ليس مثالاً لمركّب؟
أ. الزجاج
ب. الملح
ج. الكربون (صفحة 67)

10. تُعرف القوى التي تثبّت الذرّات معاً بالروابط. أيٌّ من التالي ليس نوعاً من أنواع الترابط؟
أ. تشاركيّة (تساهميّة)
ب. تكافؤ
ج. أيونية (صفحات 69-71)

11. تملك الطبقة الالكترونية الثانية
أ. الكترونَيْن
ب. ثمانية عشر الكتروناً
ج. ثمانية الكترونات (صفحة 68)

12. أي عبارة هي الصحيحة؟ كثير من المواد التشاركية
أ. يذوب في الماء
ب. يوصِّل الكهرباء
ج. سائل أو غاز عند درجة حرارة الغرفة (صفحة 69)

13. الذرّة التي فقدت إلكترونات هي
أ. أنيون
ب. كاتيون
ج. شبكة أيونية (صفحة 70)

14. أيٌّ من العبارات التالية غير صحيح؟
أ. الاسم الكيميائي للماء هو أكسيد الهيدروجين
ب. يمكن أن يتواجد الماء في ثلاث حالات: الغاز والسائل والصلب
ج. الجليد أكثر كثافة من الماء (صفحة 72)

15. التفاعلات التي تطلق حرارة إلى ما حولها هي التفاعلات
أ. الطاردة للحرارة
ب. الماصّة للحرارة
ج. الحرارية (صفحة 76)

16. الوسيط (المادة الحفّازة)
أ. يغيِّر سرعة التفاعل ويُستهلك في التفاعل
ب. يغيِّر سرعة التفاعل ولا يُستهلك في التفاعل
ج. هو مادة توقف حدوث التفاعل (صفحة 79)

17. تحتاج تفاعلات الاحتراق إلى
أ. أول أكسيد الكربون
ب. ثاني أكسيد الكربون
ج. الأكسجين (صفحة 80)

18. خلال الارجاع، تفقد المادة
أ. أكسجيناً
ب. هيدروجيناً
ج. إلكترونات (صفحة 81)

19. أيٌّ معدن يستخلص من البوكسيت بالتحليل الكهربائي؟
أ. الألمنيوم
ب. النحاس
ج. الحديد (صفحة 83)

20. أيٌّ من التالي لا يعتبر مثالاً للقاعدة؟
أ. معجون الأسنان
ب. شراب الطماطم
ج. لسعة الزنبور (صفحات 84-85)

21. أيٌّ من العبارات التالية غير صحيح؟ الحموض هي
أ. مركّبات تحتوي على الهيدروجين
ب. أكّالة
ج. كاوية (صفحات 84-85)

22. قيمة pH لأيٍّ مادة حمضية تساوي
أ. أقل من 7
ب. 7
ج. أكثر من 7 (صفحة 86)

23. تحتوي الأملاح على
أ. فلزّات فقط
ب. فلزّات ولا فلزّات
ج. لا فلزّات فقط (صفحة 88)

24. تحتوي جميع المركّبات العضوية على
أ. السليكون
ب. الأكسجين
ج. الكربون (صفحة 92)

25. ترتبط المركّبات العضوية المشبعة مع بعضها بواسطة
أ. روابط فردية
ب. روابط ثنائية
ج. روابط ثلاثية (صفحة 93)

26. الناتج الأكثر أهمية لتفاعل التخمُّر هو
أ. ألكان
ب. ألكين
ج. كحول (صفحة 94)

27. يُصنع المرغرين (سمن نباتي) بإضافة الهيدروجين إلى
أ. جزيئات الألكان
ب. جزيئات الألكين
ج. جزيئات الإستر (صفحة 97)

28. العملية الكيميائية التي تنشطر فيها جزيئات النفط الخام الكبيرة إلى جزيئات أصغر هي:
أ. التقطير التجزيئي
ب. الهدرجة
ج. التكسير (صفحات 97، 99)

29. أيٌّ نوع من المركّبات العضوية يتكثّف عند 180درجة مئوية؟
أ. مركّبات الثّمالة
ب. مركّبات الغازولين (البنزين)
ج. مركّبات الكيروسين (صفحة 99)

30. أيٌّ من العبارات التالية المتعلقة باللدائن الحرارية صحيح؟
أ. يعاد تدوير اللدائن الحرارية بسهولة
ب. يمكن قولبة اللدائن الحرارية لمرّة واحدة فقط
ج. تعتبر اللدائن الحرارية مقاومة للحرارة

إجابات الأمزجة والمركّبات
1. ج 2. ج 3. ب 4. أ 5. ب 6. ب 7. أ 8. ب 9. ج 10. ب 11. ج 12. ج 13. ب 14. ج 15. أ 16. ب 17. ج 18. أ 19. أ 20. ب 21. ج 22. أ 23. ب 24. ج 25. أ 26. ج 27. ب 28. ج 29. ج 30. أ

الطاقة والقوى والحركة

1. تُقاس الطاقة بوحدة تدعى
أ. الواط
ب. الجول
ج. الكيلوغرام (صفحة 109)

2. نقطة البخار(نقطة غليان الماء) هي
أ. 32 درجة فرنهاتية
ب. 100 درجة مئوية
ج. 212 درجة مئوية (صفحة 111)

3. أيُّ عبارة هي الصحيحة؟
أ. لا يحدث التوصيل أبداً في الأجسام الصلبة
ب. يحدث الحَمْل في السوائل فقط
ج. لا يحدث الحَمْل في الأجسام الصلبة
(صفحات 112-113)

4. يتألَّف جسيم ألفا من
أ. بروتونين ونيوترونين
ب. بروتونين
ج. الكترون عالي السرعة (صفحة 114)

5. يُكتب الكربون -14. المشعّ على الشكل C. لهذا الشكل من الكربون
أ. ستة بروتونات وستة نيوترونات
ب. ستة بروتونات وثمانية الكترونات
ج. أربعة عشر بروتوناً (صفحة 115)

6. تُقاس شدَّة القوة بـ
أ. الكيلوغرامات
ب. الأمتار
ج. النيوتن (صفحة 119)

7. القوَّة هي
أ. كميَّة متَّجهية
ب. كميَّة سُلَّمية (عدديَّة)
ج. ولا أيّ منهما (صفحة 119)

تشير الأسئلة 8 و 9 و 10 كلها إلى هذا الرسم الذي يُظهر القوى المؤثرة على عربة اليد.

8. أيُّ سهم يمثِّل قوة الإسناد على عربة اليد؟
(صفحة 121)

9. أيُّ سهم يمثِّل قوة الإنسان على عربة اليد؟
(صفحة 121)

10. أيُّ سهم يمثِّل وزن عربة اليد؟
(صفحة 121)

11. من السهل تدوير شيء حول نقطة ارتكاز إذا كانت القوة مسلطة
أ. من مسافة بعيدة عن مركز الإسناد
ب. قرب مركز الإسناد
ج. عند مركز الإسناد (صفحة 121)

12. إذا لم تكن هناك قوى تؤثر على جسم متحرك، فإن الجسم سوف
أ. يتباطأ ويتوقف
ب. يستمر بالحركة بنفس السرعة في خط مستقيم
ج. يغيِّر اتجاهه (صفحة 122)

13. كلَّما دفعت جسما فإنك دائماً
أ. ستشعر بدفع في الاتجاه المعاكس
ب. ستشعر بدفع في نفس الاتجاه
ج. لن تشعر بأي دفع على الإطلاق
(صفحة 122)

14. عندما ينزلق كتاب على طاولة، فإن القوة التي تخفِّف من سرعته تسمى
أ. التزليق
ب. السحب
ج. الاحتكاك (صفحة 124)

15. يساوي معدَّل السرعة
أ. جُداء (حاصل الضرب) المسافة بالزمن
ب. الزمن مقسوماً على المسافة
ج. المسافة مقسومة على الزمن (صفحة 126)

16. الفرق بين السرعة والسرعة المتجهيَّة هو أن
أ. السرعة كميَّة عدديَّة (سلَّمية) في حين أن السرعة المتجهية كمية متجهيَّة
ب. السرعة كميَّة متجهيَّة في حين أن السرعة المتجهيَّة كمية سلَّمية
ج. لهما وحدات مختلفة (صفحة 127)

17. عندما يتسارع جسم، فإن
أ. سرعته واتجاهه يجب أن يتغيَّران
ب. سرعته أو اتجاهه يجب أن يتغيَّر
ج. سرعته يجب أن تزداد (صفحة 127)

18. تُدفع تفاحة ساقطة من شجرة باتجاه الأسفل بسبب
أ. شدة الجاذبية الأرضية على التفاحة
ب. مركز الثقل المنخفض للتفاحة
ج. السطح الأملس للتفاحة، الذي يخفِّف الاحتكاك (صفحة 130)

19. أيُّ عبارة هي الصحيحة؟
أ. تتوقف كتلة جسم ما على شدّ الجاذبية له
ب. يُقاس الوزن بالنيوتن
ج. ينشأ وزن الجسم عن شدّ جاذبية الأرض له
(صفحات 130-131)

20. الضغط الجوي
أ. يكون في أدنى مستوى له قرب الأرض
ب. هو وزن الهواء الضاغط للأسفل
ج. يزداد كلما ازداد الارتفاع عن سطح الأرض
(صفحة 132)

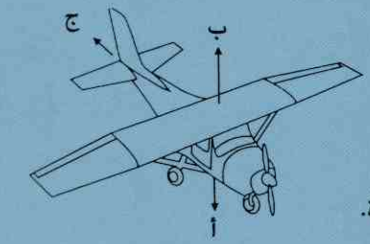
21. أيُّ عبارة هي الصحيحة؟
أ. تبذل القوة المسلَّطة على جسم ضغطاً.
ب. يكون ضغط الإبرة صغيراً بسبب صغر مساحة النقطة.
ج. تُدار المكنات الهيدرولية بواسطة ضغط الغاز
(صفحات 132-133)

22. عند استخدام العَتَلَة (الرافعة)
أ. تسمَّى النقطة التي تدور حولها العتلة نقطة الارتكاز
ب. تسمَّى القوة التي تسلِّطها الحمل
ج. تسمى القوة التي تحتاج إلى التغلب عليها الجهد (صفحة 134)

23. أيّ عبارة هي الصحيحة؟
أ. يُنجز الشغل فقط عندما تجعل قوَّة ما جسماً يتحرك
ب. يُقاس كلٌّ من الشغل والقدرة بالواط
ج. يكسب الرجل طاقة عندما يعمل
(صفحة 137)

24. تُصنع السفن من طوف فولاذي لأن
أ. الفولاذ أقل كثافة من الماء
ب. الحيِّز المُفْرَغ داخل السفينة يجعلها أقل كثافة من الماء.
ج. الدفع العلوي للماء على السفينة أقل من وزن السفينة (صفحة 139)

تشير الأسئلة 25-28 إلى هذا الرسم الذي يُظهر ثلاث قوى من أصل أربع تؤثر على الطائرة.



25. أيُّ سهم يمثِّل الرَفْع؟ (صفحة 142)

26. أيُّ سهم يمثِّل الجاذبية؟ (صفحة 142)

27. أيُّ سهم يمثِّل السَحْب؟ (صفحة 142)

28. في الرسم أعلاه، القوة الناقصة هي
أ. قوة شد الجاذبية الأرضية
ب. قوة الرفع التي توفِّرها المحركات
ج. القوة الجابذة (صفحة 142)

29. في الطيران الأفقي، يساوي الرفع
أ. سرعة الطائرة
ب. شد الجاذبية
ج. مقاومة الهواء (صفحة 142)

30. تسمى الأجنحة التي تكون مقوَّسة من الأعلى ومسطَّحة من الأسفل
أ. المُنسابات المائية
ب. المُنسابات الهوائية
ج. الجُنَيْحات (صفحة 142)

إجابات الطاقة والقوى والحركة
1. ب 2. ب 3. ج 4. أ 5. ب 6. ج 7. أ 8. أ 9. ج 10. ب 11. أ 12. ب 13. أ 14. ج 15. ج 16. أ 17. ب 18. أ 19. ج 20. ب 21. أ 22. أ 23. أ 24. ب 25. ب 26. أ 27. ج 28. ب 29. ب 30. ب

الأرض والفضاء

1. يقع عند مركز المنظومة الشمسية
أ. القمر
ب. الشمس
ج. الأرض (صفحة 163)

2. يكمل كوكب الأرض دورة كاملة حول الشمس كلّ
أ. يوم
ب. شهر
ج. سنة (صفحة 163)

3. الكواكب الداخلية الأربعة، التي كلها صخرية وصغيرة بعض الشيء، هي
أ. الأرض، الزهرة، عطارد، مارس
ب. بلوتو، نبتون، زحل، أورانوس
ج. الزهرة، المريخ، زحل، نبتون (صفحة 164)

4. يدور القمر حول الأرض مرّة كلّ
أ. أسبوع
ب. 28 يوماً
ج. سنة (صفحة 167)

5. يتألّق القمر في الليل لأنه
أ. مكوّن من صخر ذي إضاءة باهتة
ب. يعكس الضوء من الشمس
ج. ينشر الضوء من ذاته (صفحة 167)

6. تسمى الأجهزة الصُنْعية التي تدور حول الأرض لجمع المعلومات
أ. الأقمار الاصطناعية
ب. المراصد
ج. الكاسرات (صفحة 175)

7. إن حيود الانتشار الموجودة عند حدود الألواح تكون
أ. بنائية
ب. انهدامية
ج. رسوبية (صفحة 181)

8. تتشكّل السلاسل الجبلية الانطوائية العالية عندما يقوم لوحان قارّيان
أ. بالانزلاق بمحاذاة بعضهما بعضاً
ب. بالابتعاد عن بعضهما بعضاً
ج. بالتدافع على بعضهما بعضاً (صفحة 181)

9. عندما تبرد الصخور الحارة المنصهرة وتتصلّب، يتشكّل صخر يسمّى
أ. قارّي
ب. تحوّلي
ج. ناريّ (صفحة 181)

10. إن النقطة التي تقع مباشرة فوق مركز الهزّة الأرضيّة هي
أ. موجته الزلزالية
ب. المركز السطحي للزلزال
ج. ثورانه (صفحة 182)

11. إن الصُهارة الموجودة في البراكين التي تتشكّل فوق نُطق الاندساس تتأتّى من
أ. الحيد الانتشاري
ب. اللوح الهابط
ج. البقعة الحارّة (صفحة 183)

12. قبل حوالي 540. مليون سنة، حصلت زيادة مفاجئة في أعداد الحيوانات ذوات الأجزاء الصلبة. وقد حدث هذا في
أ. الدور الكربوني
ب. الدور الكمبري
ج. الدور البرمي (صفحة 187)

13. المحيط الأضخم في العالم هو
أ. المحيط الهادىء
ب. المحيط الأطلسي
ج. المحيط الجنوبي (صفحة 188)

14. ينشأ المدّ المحيطي أساساً بفعل تأثير الجاذبية على الماء والذي يقوم به
أ. القمر
ب. الشمس
ج. المنظومة الشمسية (صفحة 189)

15. تسمّى الإعصارات المدارية في الولايات المتحدة الأميركية
أ. منخفض جوي
ب. الطَيْفونات
ج. الهاريكان (صفحة 189)

16. منبع النهر هو حيث
أ. يبدأ
ب. ينتهي
ج. ينعطف (صفحة 190)

17. في المناطق الوسطى والسفلى من مجرى النهر، تتشكل غالباً أنشوطات عريضة تُعرف بـ
أ. الرسوبات
ب. الدلتا
ج. المنعطفات (صفحة 190)

18. تزداد سرعة النهر عادة عندما يتحرّك من الطور الأعلى إلى الطور الأسفل. وهذا يحدث أساساً لأن
أ. عرض النهار يزداد
ب. سهلا فيضياً يتشكّل
ج. قاع النهر يصبح أكثر ملاسة ما يقلّل الاحتكاك ويبطىء سرعة المياه
(صفحة 190)

19. تسمّى كلُّ المادة التي يحملها النهر
أ. سهله الفيضي
ب. حُمولته
ج. تدرُّجه أو مَمَاله (صفحة 191)

20. عندما يتحوّل بخار الماء في الهواء إلى قطرات ماء صغيرة جداً تشكّل السحب، نقول إنه
أ. ينحلّ
ب. يتبخّر
ج. يتكثّف (صفحة 193)

21. في تموز/يوليو، يسيطر الصيف على نصف الكرة الشمالي لأن
أ. هناك سحباً أقلّ في السماء
ب. الشمس تبعث حرارة أكثر في تموز/يوليو
ج. نصف الكرة الشمالي يميل باتجاه الشمس (صفحة 193)

22. يتغيّر المناخ في المناطق الجبلية بشكل أساسي مع
أ. الوضع
ب. الارتفاع
ج. خط العرض (صفحة 195)

23. تزيد درجات حرارة الهواء في المدن على تلك الموجودة في الريف المحيط، ويعود سبب ذلك أساساً إلى الحرارة الإضافية الناتجة عن
أ. أدخنة عوادم المركبات
ب. حركة الناس
ج. الخرسانة والأبنية (صفحة 195)

24. يتوقع لعدد سكان العالم خلال مئة عام أن
أ. يستقرّ على ما هو عليه
ب. يتناقص
ج. يستمر بالتزايد (صفحة 196)

25. يسمى الانتقال الواسع للناس من الريف للاستقرار في المدن
أ. الاستبدال
ب. الهجرة المدينية
ج. الهجرة الريفية (صفحة 196)

26. إن السبب الرئيسي لانتقال كثير من الناس إلى المدن هو لـ
أ. إيجاد عمل
ب. زرع الأرض
ج. لبناء منزل (صفحة 196)

27. الكلمة التي تعني كلّ المواد التي يحتاج إليها الجنس البشري ويقوم كوكب الأرض بتأمينها هي
أ. الموارد
ب. الطعام
ج. الوقود (صفحة 198)

28. النفط والفحم هما مثالان على
أ. الوقود الأحفوري
ب. الوقود النووي
ج. الوقود المتجدّد (صفحة 198)

29. تُوصف بعض مصادر الطاقة التي لا تعوّل على الوقود الأحفوري، كالرياح والأمواج بـ
أ. المؤقّتة
ب. المتجدّدة
ج. غير المتجدّدة (صفحة 198)

30. من الطرق الجيدة لاستخدام موارد الأرض بحيث تدوم لفترة أطول
أ. الاستخراج
ب. التعدين
ج. إعادة التدوير (صفحة 199)

إجابات الأرض والفضاء

1. ب 2. ج 3. أ 4. ب 5. ب 6. أ 7. أ 8. ج 9. ج 10. ب 11. ب 12. ب 13. أ 14. أ 15. ج 16. أ 17. ج 18. ج 19. ب 20. ج 21. ج 22. ب 23. ج 24. ج 25. ب 26. أ 27. أ 28. أ 29. ب 30. ج

الضوء والصوت والكهرباء

1. كلّ الموجات هي
أ. اهتزازات تنقل الطاقة
ب. اهتزازات لها نفس اتجاه انتقال الموجة
ج. اهتزازات لها زوايا قائمة على اتجاه انتقال الموجة (صفحات 202-203)

2. يساوي الطول الموجي لموجة
أ. عدد الموجات الكاملة التي تمرّ بنقطة في ثانية واحدة
ب. المسافة بين والبطن الذي يليها الذروة
ج. المسافة بين ذروة والذروة التي تليها
(صفحة 203)

3. عندما تصطدم موجة بسطح وترتدّ عنه فهي موجة
أ. منعكسة
ب. منكسرة
ج. منعرجة (صفحات 204-205)

4. عندما تدخل موجة وسطاً جديداً بزاوية وتغيُّر اتجاهها، فهي موجة
أ. منعكسة
ب. منكسرة
ج. منعرجة (صفحات 204-205)

5. موجات الصوت
أ. هي موجات كهرمغنطيسية
ب. يمكنها الانتقال عبر الخواء
ج. تنتقل في الأجسام الصلبة بسرعة أكبر من سرعتها في الغازات
(صفحات 202، 206-207)

6. موجات الصوت في الهواء
أ. تنتقل دائماً بنفس السرعة
ب. لا يكون بمقدورها الانعكاس على العوائق
ج. تتألف من اهتزازات جزيئات الهواء
(صفحات 206-207)

7. تزداد جهارة نغمة صادرة عن آلة وترية بواسطة
أ. نقر الوتر الأصلد
ب. تطويل الوتر
ج. تقصير الوتر (صفحة 208)

8. يمكن رفع الطبقة الصوتية لنغم صادر عن آلة وترية عن طريق
أ. نقر الوتر الأصلد
ب. تطويل الوتر
ج. تقصير الوتر (صفحة 209)

9. الأشعة فوق البنفسجية
أ. لها طول موجي أقصر من الضوء المرئي
ب. لها طول موجي أطول من الضوء المرئي
ج. ترتحل بشكل أسرع من الضوء المرئي
(صفحة 212)

10. لا يستطيع الضوء المرور عبر
أ. الأجسام الشفّافة
ب. الأجسام شبه الشفافة
ج. الأجسام الكَمِدة (صفحة 214)

11. الظلّ هو
أ. المنطقة التي يسقط فيها كامل الضوء
ب. المنطقة المعتمة للخيال
ج. المنطقة الرمادية للخيال (صفحة 214)

12. شبه الظلّ هو
أ. المنطقة التي يسقط فيها كامل الضوء
ب. المنطقة المعتمة للخيال
ج. المنطقة الرمادية للخيال (صفحة 214)

13. أيٌّ من العبارات التالية ليس صحيحاً؟
أ. الألوان المختلفة تنكسر بمقادير مختلفة
ب. الضوء الأزرق هو الأقل انكساراً
ج. الضوء الأبيض ينشطر إلى ألوانه المختلفة باستخدام منشور (صفحة 216)

14. الألوان الأحمر والأخضر والأزرق هي
أ. ألوان أساسية
ب. ألوان ثانوية
ج. ألوان تكميليَّة (صفحة 216)

15. عند مزج اللونَيْن الأحمر والأزرق، يكون اللون الناتج هو
أ. الأزرق
ب. الأحمر
ج. الماجنتا (صفحة 216)

16. عندما يسقط الضوء الأبيض على جسم أزرق، يبدو الجسم
أ. أزرق
ب. أبيض
ج. أسود (صفحة 217)

17. يحدث تداخل الضوء عندما
أ. تنتقل أشعة الضوء متوازية بعضها مع بعض
ب. تنتقل أشعة الضوء في اتجاهات متعاكسة
ج. تتقاطع (صفحة 219)

18. تقلّل النظّارات المستقطبة الوَهْج في عينيك لأنها
أ. ترشّح كلّ الاهتزازات الموجية للضوء التي لا تكون في اتجاه معيَّن
ب. تحني الضوء فلا يصل كلّه إلى عينيك
ج. تعكس الضوء بعيداً عن عينيك(صفحة 219)

19. العدسة الزجاجية المحدَّبة الوجهين
أ. لها سطوح منحنية للداخل
ب. تعمل كعدسة مقرِّبة
ج. تعمل كعدسة مبعِّدة (صفحة 220)

20. الشخص القصير النظر
أ. لا يرى الأجسام القريبة بوضوح
ب. لا يرى الأجسام البعيدة بوضوح
ج. يحتاج إلى نظّارات ذات عدسات مقرِّبة
(صفحة 221)

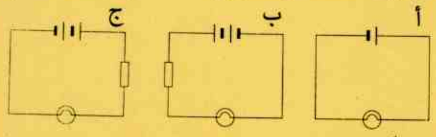
21. تبدو الأجسام الصغيرة أكبر باستخدام
أ. المجهر
ب. المئفاق (منظار الأفق)
ج. المقراب (التلسكوب) (صفحة 222)

22. تتحكَّم فتحة الكاميرا
أ. بكمية الضوء الذي يدخل إلى الكاميرا
ب. بالوقت الذي يسقط خلاله الضوء على الفيلم
ج. بحجم الصورة (صفحة 224)

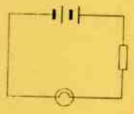
23. الالكترون له
أ. شحنة كهربائية موجبة
ب. شحنة كهربائية سالبة
ج. ليس له شحنة (صفحة 228)

24. يجذب جسيمان مشحونان أحدهما الآخر عندما
أ. يكون كلاهما موجب الشحنة
ب. يكون كلاهما سالب الشحنة
ج. يكون أحدهما سالب الشحنة والآخر موجب الشحنة (صفحة 228)

25. أيٌّ مخطَّط يُظهر بصورة صحيحة دارة (دائرة) ذات خليتين مفردتين، مع مرابط موجبة إلى اليمين، متصلة بمصباح؟ (صفحة 409)



26. يبيِّن المخطط إلى اليسار مصباحاً وخليتين مفردتين و



أ. مقاوم
ب. ترانزستور
ج. دايود (ثنائي) (صفحة 409)

27. أيٌّ من الأقطاب المغنطيسية التالية سيجذب أحدهما الآخر؟
أ. شمالي وشمالي
ب. شمالي وجنوبي
ج. جنوبي وجنوبي (صفحة 232)

28. المواد الحديدية المغنطيسية الليِّنة (الطريَّة)
أ. سهلة التمغنط وإزالة التمغنط
ب. صعبة التمغنط وإزالة التمغنط
ج. تستخدم في صنع المغانط الدائمة
(صفحة 232)

29. الآلة التي تحوّل طاقة الحركة إلى طاقة كهربائية هي
أ. مولِّد
ب. محرّك
ج. حروكة (صفحة 235)

30. إذا ازدادت مقاومة مكوّن كهربائي في دارة متصلة على التوالي، فإن التيار سوف
أ. يزداد
ب. يتناقص
ج. يبقى على حاله (صفحات 230، 236)

إجابات الضوء والصوت والكهرباء
1. أ 2. ج 3. أ 4. ب 5. ج 6. ج 7. أ 8. ج 9. أ 10. ج 11. ب 12. ج 13. ب 14. أ 15. ج 16. أ 17. ج 18. أ 19. ب 20. ب 21. أ 22. أ 23. ب 24. ج 25. ج 26. أ 27. ب 28. أ 29. أ 30. ب

النباتات والفطريّات

1. أيٌّ من التالي يوجد في الخلايا النباتية ولا يوجد في الخلايا الحيوانيّة؟
أ. جدار الخلية
ب. النواة
ج. السيتوبلازما (صفحة 250)

2. الجَزَر هو
أ. جذر هوائي
ب. جذر عَرَضي
ج. جذر وتدي (صفحة 253)

3. ينتقل الماء إلى النبات عبر
أ. أزهاره
ب. شعيرات الجذر الموجود في التربة
ج. سطح أوراقه (صفحة 253)

4. يسمّى النسيج في النباتات الذي ينقل الماء للأعلى
أ. نسيج الخشب
ب. اللحاء
ج. القلف (صفحة 254)

5. في النبات الهرم (القديم)، يتحد نسيج الخشب مع اللحاء لتشكيل
أ. العُدَيْسة
ب. الحزم الوعائية
ج. الأسطوانة الوعائية (صفحات 256-257)

6. أيُّ شجرة تملك أوراقاً مركّبة؟
أ. كستناء الفرس
ب. الليمون المالح
ج. السنديان (صفحات 258-259)

7. توجد ثُغيرات الأوراق أساساً على
أ. السطحين العلوي والسفلي معاً
ب. السطح السفلي
ج. السطح العلوي (صفحة 260)

8. يسمى فقد الأوراق للماء عبر الثغيرات
أ. النتح
ب. انتقال الغذاء
ج. التنفّس (صفحة 262)

9. اليخضور (الكلوروفيل) حيوي للنبات لأنه
أ. يلوّنه باللون الأخضر
ب. يوفّر له الغذاء
ج. يمتص الطاقة من الشمس (صفحة 264)

10. يمكن التعبير عن عملية التركيب الضوئي بـ
أ. ماء + أكسجين + طاقة كربوهيدرات + ثاني أكسيد الكربون
ب. أكسجين + ثاني أكسيد الكربون + ماء كربوهيدرات + طاقة
ج. ثاني أكسيد الكربون + ماء + طاقة كربوهيدرات + أكسجين (صفحة 264)

11. تتنفّس النباتات
أ. كل الوقت
ب. في الليل فقط
ج. عند توقّف عملية التركيب الضوئي (صفحة 265)

12. يسمّى النبات الذي يتغذّى بالمادة الميّتة
أ. طفيليّ
ب. رمّام (رُميّ)
ج. هوائي (صفحة 266)

13. أيٌّ من هذه النباتات نبات لاحم
أ. الدِبْق
ب. الهالوك
ج. ورد الشمس (صفحات 266-267)

14. تسمى خلايا التكاثر المذكّرة للنبات
أ. المئابر
ب. الطلع
ج. أكياس الطلع (صفحة 271)

15. تسمّى خلايا التكاثر المؤنّثة للنبات
أ. المبايض
ب. الكرابل
ج. البييضات (صفحة 271)

16. يحدث التأبير عندما
أ. تتصل حبّة طلع بالبييضة عن طريق أنبوب الطلع
ب. ينتأ أنبوب الطلع من حبة الطلع
ج. تستقر حبّة طلع على ميسم نبات آخر
(صفحة 272)

17. أيُّ عبارة هي الصحيحة؟
معظم النباتات الهوائية التلقيح
أ. تملك أزهاراً ذات ألوان زاهية وروائح عطرة
ب. تملك كأسيّات وتُويجيّات (بتلات) كبيرة.
ج. تنتج مقادير كبيرة من حبّات الطلع الناعمة والخفيفة (صفحة 273)

18. أيٌّ من التالي هو ثمرة حقيقية؟
أ. الفراولة (الفريز)
ب. الكرز
ج. التفاح (صفحة 274)

19. .. أيٌّ من النباتات التالية تنتشر بذوره بالهواء
أ. الجُمَّيْز
ب. حشيشة الأفعى
ج. البازلا (البيسلّ) (صفحة 276)

20. لكي تنتش البذور تحتاج إلى دفء وأكسجين و
أ. ماء
ب. ضوء
ج. طعام (صفحة 277)

21. يسمّى الجذر الأوّلي (الابتدائي) الذي ينمو من البذرة
أ. السَبَد
ب. السُرَّة (الأنقور)
ج. الجُذير (صفحة 277)

22. تسمى الفروع الجانبية الطويلة التي تمتد فوق الأرض وتتطور أحياناً إلى نباتات جديدة
أ. دَرَنات
ب. جذامير
ج. أرآد (صفحة 278)

23. يسمّى النباتات المتكيّف للعيش في الماء
أ. نبات مائي
ب. نبات صخري
ج. نبات ملحي (صفحة 280)

24. يسمّى التكاثر السريع للطحالب في الماء الحاوي على نسبة عالية من النترات
أ. الانسمام
ب. التأجين
ج. التكيُّف (صفحة 281)

25. أيُّ عبارة هي الصحيحة؟
السراخس والحزاز والكبديّات
أ. لا تستطيع النمو في الأماكن الرطبة الظليلة
ب. تنتج أعداداً كبيرة من الأزهار
ج. يمكنها التكاثر عن طريق صنع الأبواغ
(صفحات 282-283)

26. يُصنع المضاد الحيوي المعروف بالبنسلين من نوع من
أ. الطحالب
ب. الفطريّات
ج. الكبديّات (صفحة 285)

27. يدعى النبات الذي يتطلّب سنتين لإتمام دورة حياته
أ. مُعمِّر (دائم)
ب. حَوْلي
ج. ثنائيُّ الحَوْل (صفحة 288)

28. تدعى النباتات التي تفقد كامل أوراقها مرّة كل سنة
أ. النباتات الجفافية (الصحراوية)
ب. دائمة الاخضرار
ج. المُعْبلة (صفحة 289)

29. في أيّ موطن حيوي تتشكّل البراري والسهوب؟
أ. التندرا
ب. المراعي والمروج المعتدلة
ج. المراعي والمروج الاستوائية (صفحة 290)

30. تأخذ النباتات النتروجين من البيئة المحيطة بها على شكل
أ. أمونيا
ب. غاز النتروجين
ج. نترات (صفحة 292)

إجابات النباتات والفطريات

1. أ 2. ج 3. ب 4. أ 5. ج 6. أ 7. ب 8. أ 9. ج 10. ج 11. أ 12. ب 13. ج 14. ب 15. ج 16. أ 17. ج 18. ب 19. أ 21. ج 22. ج 23. أ 24. ب 25. ج 26. ب 27. ج 28. ج 29. ب 30. ج

عالم الحيوان

1. تتألَّف البروتوبلازما (الجبلة) من
أ. النواة
ب. النواة والسيتوبلازما
ج. النواة والسيتوبلازما وغشاء الخلية
(صفحة 298)

2. الكبد هو
أ. نسيج معقَّد
ب. عضو
ج. جهاز جسمي (صفحة 299)

3. معظم الحيوانات التي تتحرَّك برشاقة تكون
أ. لا متناظرة
ب. متناظرة شعاعياً
ج. متناظرة جانبياً (صفحة 301)

4. هيكل الحشرة هو
أ. هيكل داخلي
ب. هيكل خارجي
ج. هيكل مائعي (صفحة 301)

5. تتكوَّن أشواك القنفذ من مادة
أ. الكيراتين
ب. الكيتين
ج. العظم (صفحة 303)

6. قد توجد المثانة الهوائية في
أ. جميع الأسماك
ب. بعض الأسماك ذات الهياكل العظمية
ج. الأسماك ذات الهياكل الغضروفية
(صفحة 305)

7. معظم الخنافس
أ. لا يستطيع الطيران
ب. يطير بواسطة رفرفة زوجي الأجنحة معاً
ج. يطير بواسطة رفرفة زوج واحد من الأجنحة
(صفحة 307)

8. تمشي الكلاب على
أ. أطراف الأصابع
ب. الجوانب السفلية للأصابع
ج. الجانب السفلي لكامل القدم (صفحة 309)

9. توجد الأسنان اللواحم في
أ. آكلات العشب (العواشب)
ب. القوارت
ج. اللواحم (صفحة 312)

10. تسمَّى الحيوانات التي تتغذَّى على النبات واللحم معاً
أ. القوارت
ب. اللواحم
ج. العواشب (صفحة 312)

11. في الطير، يخزِّن الطعام في
أ. الحَوْصَلة
ب. القانصة
ج. المِذْرَق (صفحة 313)

12. تتنفَّس الحشرات البالغة مستخدمة
أ. الخياشيم (الغلاصم)
ب. الرئات
ج. القصبات الهوائية (صفحة 315)

13. الاستتباب هو
أ. حفظ درجة حرارة الجسم ثابتة
ب. حفظ البيئة الداخلية ثابتة
ج. حفظ البيئة الخارجية ثابتة (صفحة 316)

14. يتضمن التمويه (المشاكهة)
أ. تقليد سلوك حيوان آخر
ب. محاكاة ألوان تحذيرية لحيوان آخر
ج. تقليد رائحة حيوان آخر (صفحة 318)

15. تتحسَّس بعض الأفاعي حرارة أجسام فرائسها بواسطة
أ. قرون الاستشعار
ب. خطوط جانبية
ج. أعضاء مجوَّفة (صفحة 323)

16. يحتوي جسم الحيوان الخنثى على
أ. خلايا جنسية مؤنَّثة فقط
ب. خلايا جنسية مذكَّرة فقط
ج. خلايا جنسية مؤنَّثة ومذكَّرة معاً
(صفحة 325)

17. الأجنَّة في البيض المُسْتَغْلِق
أ. تتغذَّى بالمح
ب. تسمى السُّرء (السرؤ)
ج. تكون محاطة بغلاف لين (صفحة 327)

18. الجراد النطَّاط هو مرحلة من
أ. التحوّل الشكلي الكامل
ب. التحوّل الشكلي غير الكامل
ج. الهجرة (صفحات 328-329)

19. المَوْطِن هو
أ. الوطن الطبيعي للنباتات والحيوانات
ب. مجموعة من الحيوانات
ج. شديد البرودة لدعم الحياة (صفحة 330)

20. يمكن أن يدعم المَرْتَع البيئي
أ. نوعاً واحداً من الحيوانات
ب. نوعين من الحيوانات
ج. عدَّة أنواع حيوانية (صفحة 330)

21. أكبر الأنظمة البيئة هي
أ. المواطن
ب. المجتمعات
ج. المثوى الحيوي (صفحة 331)

22. تسمَّى العضوية التي تأكل عضوية أخرى
أ. ذاتية التغذي
ب. غيرية التغذي
ج. طُفيليَّة (صفحة 332)

23. الحيوان الموجود في مستوى التغذية الثاني، هو
أ. المُنتِج
ب. المستهلك الأساسي
ج. المستهلك الثانوي (صفحة 332)

24. العضوية التي تفكّك المادة النباتية والحيوانية الميّتة هي
أ. المفكّكة
ب. المستهلِكة
ج. المنتِجة (صفحة 332)

25. يوجد في مستوى التغذية
أ. مستهلكون أقل من المستوى الذي تحته
ب. مستهلكون أكثر من المستوى الذي تحته
ج. العدد نفسه من المستهلكين الذي لبقية المستويات (صفحة 332)

26. تتألَّف الأجزاء اللاحيوية للبيئة من
أ. مادة حيَّة أو عضوية
ب. مادة معدنية أو لا عضوية
ج. مادية ميِّتة (صفحة 334)

27. الأنواع المستوطنة للحيوانات هي تلك الموجودة
أ. في كثير من الأماكن المختلفة
ب. في موضع واحد فقط
ج. على الجُزُر فقط (صفحة 337)

28. المراتب التصنيفية الأكبر بعد العوالم هي
أ. الرُّتَب
ب. الصفوف
ج. الشُّعَب (صفحة 341)

29. يُعبِّر عن الأسماء البيولوجية للكائنات الحية باللغة
أ. اليونانية
ب. اللاتينية
ج. الانكليزية (صفحة 343)

30. تسمَّى الحيوانات التي تعيش معاً بشكل متقارب جداً وتتبادل المنفعة مع بعضها
أ. متبادِلات المنفعة (المتنافِعات)
ب. المُؤَاكِلات
ج. الطفيليّات (صفحة 343)

إجابات عالم الحيوان
1. ج، 2. ب، 3. ج، 4. ب، 5. أ، 6. ب، 7. ج، 8. ب، 9. ج، 10. أ، 11. أ، 12. ج، 13. ب، 14. ب، 15. ج، 16. ج، 17. أ، 18. ب، 19. أ، 21. ج، 22. ب، 23. ب، 24. أ، 25. أ، 26. ب، 27. ب، 28. ج، 29. ب، 30. أ

جسم الإنسان

1. الركْبَة هي نوع من
أ. المفاصل الكُروية
ب. المفاصل البكريَّة
ج. المفاصل الانزلاقية (صفحة 347)

2. أيٌّ من هذه المصطلحات لا يصف العضلات ذات الرأسين وذات الثلاثية الرؤوس؟
أ. عضلتان متضادّتان
ب. عضلات القلب
ج. عضلات هيكلية (صفحات 348-349)

3. يُنقل الدم الغني بالأكسجين من القلب إلى أنحاء الجسم عبر
أ. الأبهر
ب. الشريان الرئوي
ج. الوريد الرئوي (صفحة 350)

4. ينتقل الأكسجين إلى السائل الخلالي عبر جدران
أ. الشرايين
ب. الأوردة
ج. الشعيرات (صفحة 351)

5. يُنقل الأكسجين إلى كافة أنحاء الجسم في
أ. خلايا الدم البيضاء
ب. خلايا الدم الحمراء
ج. الصُفَيحات (صفحة 351)

6. إن شكل الأضراس (الرُّحى) يجعلها مناسبة بشكل خاص
أ. لتمزيق الطعام وطعنه
ب. لطحن الطعام وسحقه
ج. لفرم الطعام وتقطيعه (صفحة 352)

7. يبدأ ألم السن عندما تهاجم البكتيريا
أ. المينا
ب. العاج
ج. التجويف اللُّبي (صفحة 353)

8. يهضم الأنزيم الموجود في اللّعاب
أ. النشاء
ب. البروتين
ج. الدهن (صفحة 354)

9. العضو الذي يفرز الصفراء هو
أ. البنكرياس
ب. المعى الدقيق
ج. الكبد (صفحة 355)

10. يحدث امتصاص الطعام المهضوم في
أ. المعدة
ب. المعى الدقيق
ج. القولون (صفحة 355)

11. المادة المغَذِّية الرئيسية الموجودة في اللحم هي
أ. البروتين
ب. الكربوهيدرات
ج. الدهن (صفحة 356)

12. يحدث التبادل الغازي في
أ. القصبات
ب. القُصَيْبات
ج. الأسناخ (صفحة 358)

13. التنفّس الداخلي الذي يستخدم الأكسجين هو
أ. تنفّس لاهوائي
ب. استقلاب
ج. تنفس هوائي (صفحة 360)

14. يمكن وصف التنفّس الهوائي على شكل
أ. غلوكوز + أكسجين + ماء ← طاقة + ثاني أكسيد الكربون
ب. غلوكوز + ثاني أكسيد الكربون ← طاقة + أكسجين + ماء
ج. غلوكوز + أكسجين ← طاقة + ثاني أكسيد الكربون + ماء (صفحة 360)

15. التمرين
أ. يتيح لك ممارسة العمل بأكسجين أقل
ب. يزيد من سرعة النبض
ج. يحفظ نبضان عضل القلب بإيقاع منتظم (صفحة 361)

16. تسمّى المركَّبات الكيميائية التي تضبط مستوى المواد في الجسم
أ. الكُبَيْبات
ب. الهرمونات
ج. الكليونات (صفحة 362)

17. المستقبلات هي نهايات عصبيّة حسّاسة
أ. للعصبونات الحركيّة
ب. للعصبونات المترابطة
ج. للعصبونات الحسِّية (صفحة 364)

18. يسمى الجزء الأكبر من الدماغ
أ. المخ
ب. المخيخ
ج. جذع الدماغ (صفحة 366)

19. توجد جسيمات باسيني في
أ. الدم
ب. الدماغ
ج. الجلد (صفحة 368)

20. يتم التحكّم في حجم حدقة (بؤبؤ) العين بواسطة
أ. تغيُّر شكل العدسة
ب. القُزَحية
ج. العُصَيَّات والمخاريط (صفحات 370-371)

21. توجد البنية المعروفة بالنافذة البيضوية في
أ. الأذُن
ب. العين
ج. الكلية (صفحة 372)

22. توجد براعم الذوق التي تستشعر الطعم المرّ عند
أ. مقدِّمة اللسان
ب. مؤخَرة اللسان
ج. جانبي اللسان (صفحة 375)

23. الإخصاب هو
أ. الدَفق
ب. كلمة مرادفة للجِماع الجنسي
ج. تلقيح بيضة بواسطة نطفة (صفحة 377)

24. يسمَّى العضو الذي يوفِّر للجنين الغذاء والأكسجين من أمّه
أ. المشيمة
ب. الرحم
ج. المهبل (صفحات 376-377)

25. تحدث الدورات الشهرية للمرأة عندما
أ. يخسر المبيض بطانته
ب. تحدث الإباضة
ج. تبدأ بطانة الرحم بالتثخُّن (صفحة 379)

26. يسمّى شكل الانقسام الخلوي الذي ينتج النطاف
أ. الإخصاب
ب. الانتصاف
ج. التفتُّل (صفحة 380)

27. أيٌّ مما يلي يحتوي على لقاح الحصبة؟
أ. اللمفيات
ب. الأجسام المضادة لجرثوم الحصبة
ج. جرعة مخفَّفة لجرثوم الحصبة (صفحة 387)

28. المضادات الحيوية فعّالة ضد
أ. بعض الفيروسات
ب. بعض الجراثيم
ج. كل الجراثيم (صفحة 389)

29. أيٌّ من التالي لا يعتبر علاجاً بديلاً؟
أ. جراحة الليزر
ب. المعالجة المثلية
ج. وخز الإبر (صفحات 389-390)

30. أيٌّ من التالي يعتبر مثالاً للعقاقير غير القانونية؟
أ. النيكوتين
ب. الكافيين
ج. الهيروبين (صفحة 391)

إجابات جسم الإنسان

1. ب 2. ب 3. أ 4. ج 5. ب 6. ب 7. ج 8. أ 9. ج 10. ب 11. أ 12. ج 13. ج 14. أ 15. ج 16. ب 17. ب 18. ج 19. أ 20. ج 21. أ 22. ب 23. ج 24. أ 25. أ 26. ب 27. ج 28. ب 29. أ 30. ج

وحدات القياس

قياس الأشياء هو أحد أهم جوانب العلم. وهناك نظامان أساسيّانِ للقياس. الامبراطوري والمتري. النظام الامبراطوري نظام قديم جداً، يرقى إلى القرن الثاني عشر أو ما قبل. أما النظام المتري فقد وضع في فرنسا في تسعينيات القرن الثامن عشر. وهو أسهل للاستعمال لأنه يقوم على نظام عدّ بالعشرات – النظام العشري.

القياسات الامبراطورية

الطول والمسافة	
12 إنشا (")	= 1 قدم (')
3 أقدام	= 1 ياردة (yd)
1760 ياردة	= 1 ميل
3 أميال	= 1 فرسخ
المساحة	
144إنشاً مربعاً	= 1 قدم مربعة
9 أقدام	= 1 ياردة مربعة
4840 ياردة مربعة	= 1 أكر (فدان)
640 أكرا (فدانا)	= 1 ميل مربع
الكتلة	
16 درهماً (dr)	= 1 أونصة (oz)
16 أونصة	= 1 باوند
14 باوندا	= 1 ستون (حجر)
160 ستوناً	= 1 طن
الحجم والسعة	
1728 إنشا مكعّباً	= 1 قدم مكعّب (ft^3)
27 قدماً مكعّباً	= 1 ياردة مكعّبة (yd^3)
5 أونصات سائلة (fl oz)	= 1 جل (gi)
20 أونصة سائلة* (16 في الولايات المتحدة)	=1 باينت (pt)
2 باينت	= 1 كوارت (qt)
8 باينت	= 1 غالون (gal)

* في المملكة المتحدة 1 أونصة سائلة = 0.0284 لتر؛ في الولايات المتحدة الأميركيّة 1 أونصة سائلة (سائل) = 0.0295 لتر.

القياسات المترية

الطول والمسافة	
10 مليمترات (ملم)	= 1 سنتيمتر (سم)
100 سنتيمتر	= 1 متر (م)
1000 متر	= 1 كيلومتر (كلم)
المساحة	
100 مليمتر مربع (ملم²)	= 1 سنتيمتر مربع (سم²)
10000 سم²	= 1 متر مربع (م²)
10000 م²	= 1 هكتار
100 هكتار	= 1 كيلومتر مربع (كلم²)
الكتلة	
1000 غرام (غ)	= 1 كيلوغرام (كلغ)
1000 كيلوغرام	= 1 طن متري
الحجم والسعة	
1 سم مكعب	= 1 مليلتر (مل)
1000 مليمتر	= 1 لتر (ل)
1000 لتر	= 1 متر مكعب (م³)

يعرض العلماء الأعداد المكوّنة من أربعة أرقام متلاصقة بدون فواصل مثل 9999. وتعرض الأعداد التي تزيد أرقامها على أربعة بفواصل لتسهيل قراءتها، مثل 0.000 001. وفي الكتابات غير التقنيّة يُفصل بين الأرقام بفواصل، لكننا لم نعتمد ذلك في هذا الكتاب.

التحويلات

للتحويل بين الأرقام المترية والأمبراطورية، استخدم هذا الجدول مع حاسبة.

لتحويل	إلى	اضرب بـ
سنتيمتر	إنش	0.394
متر	ياردة	1.094
كيلومتر	ميل	0.621
غرام	أونصة	0.035
كيلوغرام	باوند	2.035
طن متري	طن	0.984
سنتيمتر مربع	إنش مربع	0.155
متر مربع	ياردة مربعة	0.196
كيلومتر مربع	ميل مربع	0.386
هكتار	أكر (فدان)	2.471
لتر	باينت	1.76

لتحويل	إلى	اضرب بـ
إنش	سنتيمتر	2.54
ياردة	متر	0.914
ميل	كيلومتر	1.609
أونصة	غرام	28.35
باوند	كيلوغرام	0.454
طن	طن متري	1.016
إنش مربع	سنتيمتر مربع	6.452
ياردة مربعة	متر مربع	0.836
ميل مربع	كيلومتر مربع	2.59
أكر (فدان)	هكتار	0.405
باينت	لتر	0.5683

المنظومة الدولية للوحدات

المنظومة الدولية للوحدات هي منظومة من الوحدات جرى الاتفاق عليها دولياً للاستخدام في أغراض علمية. وقد تم تحديد هذه الوحدات بدقة متناهية في الأزمنة الحديثة. فالمتر، على سبيل المثال، تم تحديده حالياً بالمسافة التي يقطعها الضوء في الخلاء 1/299,792,458 من الثانية. وكان قياسه قد اعتمد في الأصل على طول سبيكة من البلاتين محفوظة في مدينة باريس.

الكمية	وحدة المنظومة الدولية
المسافة	متر
الكتلة	كيلوغرام
الزمن	ثانية
درجة الحرارة	كلفن
التيار الكهربائي	أمبير
كمية المادة	مول
شدة الإضاءة	شمعة (قنديلة)

وحدات مشتقّة من المنظومة الدولية

وهي وحدات تم اشتقاقها من الوحدات المبيّنة أعلاه باستخدام المعادلات الموضّحة.

الكمية	الوحدة المشتقّة	المعادلة
المساحة	متر مربّع (م^2)	تتوقف على الشكل (انظر ص. 408)
الحجم	متر مكعّب (م^3)	تتوقف على الشكل (انظر ص. 408)
الكثافة	كيلوغرام بالمتر المكعّب (كلغ/م^3)	الكتلة (كلغ) / الحجم (م^3)
السرعة	متر بالثانية (م/ثا)	المسافة المقطوعة (م) / الزمن المستغرق (ثا)
كمية الحركة	(كلغ م/ثا)	الكتلة (كلغ) × السرعة (م/ثا)
التسارع	متر بالثانية بالثانية (م/ثا^2)	التغير في السرعة (م/ثا) / الزمن اللازم للتغير (ثا)
القدرة	واط	العمل المنجز (جول) / الزمن (ثا)
القوة	نيوتن	الكتلة (كلغ) × التسارع (م/ثا^2)
الطاقة/العمل	جول	القوة (نيوتن) × المسافة المقطوعة في اتجاه القوة (م)
الضغط	باسكال	القوة (نيوتن) / المساحة (م^2)
التردّد	هرتز	عدد الدورات بالثانية
الشحنة الكهربائية	كولون	التيار (أمبير) × الزمن (ثا)
الفلطية	فلط	الطاقة المنقولة (جول) / الشحنة (كولون)
المقاومة	أوم	الفلطية (فلط) / التيار (أمبير)

مقاييس درجات الحرارة

هناك ثلاثة مقاييس رئيسية لقياس درجة الحرارة: مقياس فرنهايت (امبراطوري) ومقياس سلسيوس (متري) ومقياس درجات الحرارة المطلقة (المنظومة الدولية) الذي يستخدم الكلفن.

ويعتبر مِقياس درجات الحرارة المطلقة الأكثر دقّة من الناحية العلمية لأن 0 كلفن (−273°م) يساوي الصفر المطلق، أي الغياب الكامل لكلّ الطاقة الحراريّة. وتنصّ النظريّة العلميّة على أن من المستحيل بلوغ نقطة الصفر المطلق هذه عملياً.

سلسيوس (°م)	فرنهايت (°ف)	كلفن (ك)
110	230	383
100	212	373
90	194	363
80	176	353
70	158	343
60	140	333
50	122	323
40	104	313
30	86	303
20	68	293
10	50	283
0	32	273
-10	14	263
-20	-4	253
-30	-22	243
-40	-40	233
-50	-58	223
-60	-76	213
-70	-94	203
-80	-112	193
-90	-130	183
-100	-148	173
-110	-166	163

التحويلات

حوّل	إلى	الحساب
°م	°ف	9x, ÷5, +32
°م	ك	+273
°ف	°م	-32, x5 , ÷9
°ف	ك	32, x5, ÷9, +273
ك	°م	-273
ك	°ف	273, x9, ÷5 , +32

طبيعة القياس

ليس من السهل دائماً قياس القوى والمواد الطبيعية بدقة. لذلك تعمل المقاييس المبيَّنة هنا عن طريق قياس تأثيرات هذه القوى وخصائصها.

مقياس بوفور لقوة الرياح

طوِّر **مقياس بوفور** في العام 1805 على يد السير فرانسيس بوفور، وهو ضابط في البحرية البريطانية، لتقدير سرعة الرياح في عرض البحر. وفي عشرينيّات القرن الماضي، توسَّع هذا المقياس ليشمل السرعات الدقيقة للرياح وجرى تعديله كي يستخدم على اليابسة. ورغم أن استعمال هذا المقياس من قبل **علماء الأرصاد** قد أصبح اليوم نادراً، إلاَّ أنه لا يزال وسيلة شعبية لحساب سرعة الريح بدون استخدام الأجهزة.

عدد بوفور	كيلومتر بالساعة	وصف الريح	التأثيرات الملاحظة على اليابسة	
0	أقل من 1	هادىء	يتصاعد الدخان رأسياً	
1	5-1	هواء خفيف	ينساق الدخان باتجاه الريح؛ دوّارة الريح تبقى ساكنة.	
2	11-6	نسيم عليل	يتحسَّس الوجه الهواء؛ تحفّ الأوراق بعضها ببعض؛ تتحرَّك دوّارة الريح	
3	19-12	نسيم رقيق	تستمِر الأوراق والغصَينات الصغيرة بالحركة؛ ترفرف الأعلام.	
4	28-20	نسيم لطيف	يرتفع الغبار وأوراق الأشجار الساقطة عن سطح الأرض؛ تتحرك الأغصان الصغيرة.	
5	38-29	نسيم منعش	تبدأ الأشجار الصغيرة المورقة بالتمايل.	
6	49-39	نسيم قوي	تتمايل الأغصان الكبيرة؛ يصعب استعمال المظلات؛ صفير في أسلاك التلغراف.	
7	61-50	ريح معتدلة (أو ريح عنيفة)	تتمايل الأشجار الكبيرة؛ يصعب المشي عكس الريح.	
8	74-62	ريح هوجاء	تتكسَّر الغُصينات والأغصان الصغيرة عن الأشجار؛ يصبح المشي صعبا جداً.	
9	88-75	ريح عاصفة شديدة	تتكسَّر الأغصان الكبيرة عن الأشجار؛ تلحق بعض الأضرار بالأبنية.	
10	89-102	عاصفة	تُقتلع الأشجار؛ تلحق أضرار وخيمة بالأبنية.	
*11	103-117	عاصفة عنيفة	ضرر واسع الانتشار بالأشجار والأبنية	
*12	118 أو أكثر	إعصار	دمار عنيف واسع الانتشار	

* لا تحدث عواصف بمثل هذه القوة إلاَّ في عرض البحر فقط.

سُلَّم موس للصلادة

تُقاس صلادة المعادن بواسطة **سُلَّم موس**، تيمّنا باسم عالم التعدين الألماني فريدريخ موس (1773–1839). ويمثل كلٌ قيمة في السلّم معدن بسيط منه، وهو يتراوح من القيمة 1 لمعدن الطلق الليِّن السهل التفتّت، إلى القيمة 10 لمعدن الماس الأكثر قساوة.

1 . الطلق
يُخدش بسهولة كبيرة بواسطة الظفر.

2 . الجصّ
يمكن خدشه بواسطة الظفر.

3 . الكالسيت
يُخدش بسهولة كبيرة بواسطة السكين، وبقطعة نقد نحاسية فقط.

4 . الفلوريت
يُخدش بسهولة بواسطة السكين.

5 . الأباتيت
يُخدش فقط بالسكين.

6 . الأورتوكلاز
لا يمكن خدشه بالسكين. يخدش فقط بالزجاج.

7 . الكوارتز
يخدش الزجاج بسهولة.

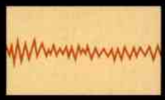
8 . البيريل أو الياقوت الأصفر
يخدش الزجاج بسهولة كبيرة.

9 . الكورندوم
يقطع الزجاج.

10 . الماس
يقطع الزجاج بسهولة كبيرة. ويمكن أن يخدش الكورندوم.

قياس الهزّات الأرضية

يقيس **اختصاصيّو الزلازل** (العلماء الذين يدرسون الهزات الأرضية) طاقة موجات الصدم الباطنية الناتجة عن الزلزال بواسطة جهاز يدعى **مقياس الزلازل**. وهم يستعملون في هذا المجال مقياساً يسمّى **مقياس ريختر**. وتساوي كل قيمة كاملة على هذا المقياس حوالي 33 ضعف القيمة التي تقع تحتها. فعلى سبيل المثال، الهزَّة الأرضية التي تساوي 6 على مقياس ريختر تعادل حوالي 33 ضعف طاقة هزة أرضيَّة قيمتها 5 على نفس المقياس. وتقاس غالباً صدمة الهزَّة الأرضية فوق الأرض، وفقاً لتأثيراتها، بواسطة **مقياس مركالي**.

مركالي	التأثيرات	ريختر	
1	قابلة للكشف فقط بواسطة مقاييس الزلازل.	2.9-0	
2	تشعر بها قلَّة من الناس تقيم في الأدوار العلوية.	3.4-3	
3	تشبه في تأثيرها مرور شاحنة ثقيلة في الجوار. تتأرجح المصابيح الكهربائية المتدلية.	4-3.5	
4	تخشخش النوافذ والأطباق الزجاجية. تشبه اصطدام شاحنة ثقيلة في المبنى.	4.1	
5	يشعر بها جميع الأشخاص تقريباً. تُوقظ النائمين. تتحرك الأجسام الصغيرة وتندلق المشروبات.	4.8-4.5	
6	يصاب الناس بالهلع ويخرجون إلى الشوارع. تتحرك قطع الأثاث الثقيلة. تقع الصور المعلّقة على الجدران.	5.4-4.9	
7	تتشقق الجدران، يتساقط القرميد والطوب من الأبنية. يتعذّر الوقوف.	6-5.5	
8	تنهار المداخن وبعض الأبنية الضعيفة. يسيطر رعب جماعي	6.5-6.1	
9	تنهار البيوت الجيدة البناء. تتضرّر المواسير تحت الأرض. تتشقّق الأرض.	7-6.6	
10	تنهار الصخور. تلتوي السكك الحديدية. تفيض الأنهار. ينهار كثير من الأبنية الحجرية.	7.3-7.1	
11	تتهدّم معظم الأبنية. تحصل شقوق كبيرة في الأرض. تتهدّم الجسور.	8.1-7.4	
12	تتحرّك الأرض على شكل أمواج. دمار كامل.	8.2+	

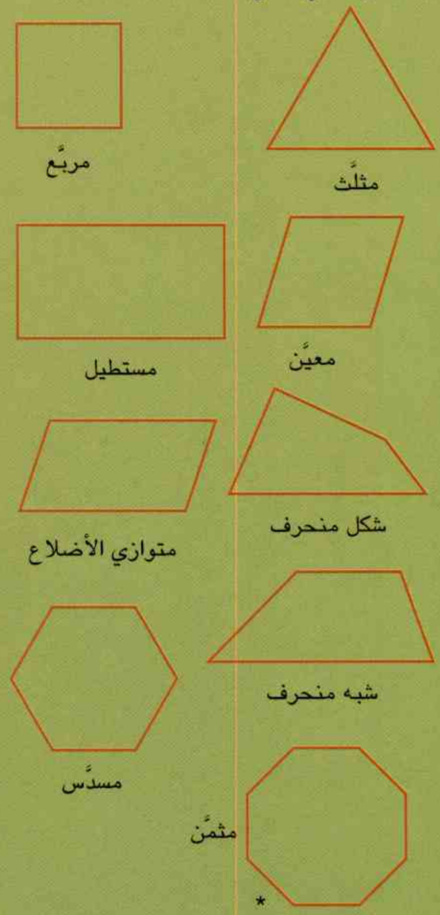
الأشكال الهندسية

هناك نوعان من الأشكال الهندسية: **المستوية**، وهي أشكال مسطَّحة ذات بعدَيْن فقط هما الطول والعرض. و**المجسَّمة** أو **الفراغيّة**، وهي أشكال لها ثلاثة أبعاد هي الطول والعرض والارتفاع.

الأشكال المستوية

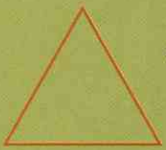
المضلَّعات

المُضَلَّع هو مسطح ذو ثلاثة أضلاع مستقيمة أو أكثر.

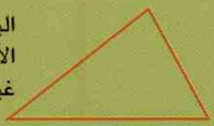


المثلَّثات

المثلَّث هو مضلَّع ذو ثلاثة أضلاع.



اليسار: مثلث متساوي الأضلاع له ثلاثة أضلاع متساوية.

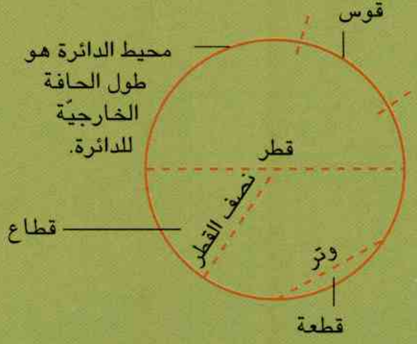


اليمين: مثلث مختلف الأضلاع له ثلاثة أضلاع غير متساوية.

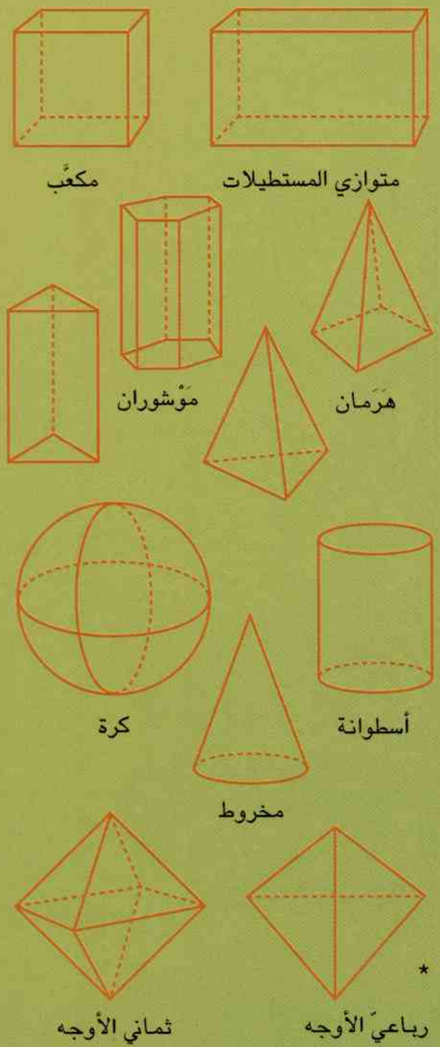
اليسار: مثلث متساوي الساقين له ضلعان متساويان.

الدوائر

الدائرة هي خط منحن تكون كل نقاطه متساوية البعد عن المركز. والشكل أدناه يبيِّن أجزاء الدائرة.



المجسَّمات



صيغ هندسية

في هذه الصيغ، ق = قاعدة، ع = ارتفاع، نق = نصف القطر أو الشعاع، ط = 3.142، θ = زاوية.

مساحة الدائرة = ط نق²

محيط الدائرة = 2ط نق

مساحة القطاع = $\frac{\theta\text{ط نق}^2}{063}$

مساحة سطح الكرة = 4ط نق²

حجم الهرم = $\frac{4}{3}$ع x مساحة القاعدة

مساحة المثلث = $\frac{1}{2}$ق ع

مساحة متوازي الأضلاع = ق ع

طول القوس = $\frac{\theta\text{ط نق}}{180}$

حجم الأسطوانة = ط نق²ع

حجم المخروط = $\frac{1}{3}$ط نق²ع

حجم الكرة = $\frac{4}{3}$ط نق³

القوانين والرموز

القوانين العلمية

مبدأ أرخميدس يساوي الدفع العلوي الذي يؤثر في جسم ما وزن المائع الذي يزيحه الجسم أو يحل محله.

قانون أفوغادرو جميع الغازات التي لها نفس الحجم ودرجة الحرارة والضغط يجب أن تحتوي على نفس العدد من الجزيئات.

مبدأ برنولّي عندما تزداد سرعة تيار مائع، كالهواء، فإن ضغطه يتناقص.

قانون بويل يكون ضغط الغاز وحجمه عند درجة حرارة ثابتة متناسبين عكسياً.

قانون تشارلز (أو قانون الحجوم) يكون حجم غاز مثالي عند ضغط ثابت متناسبا مع درجة حرارته المطلقة (كلفن).

قانون هوك يكون تمدّد المادّة متناسباً مع القوة التي تعمل على تمديدها.

قانون حفظ الطاقة الطاقة لا تُخلق أو تُفنى، بل تتحوّل من شكل إلى آخر.

قانون حفظ المادة المادة لا يمكن أن تخلق أو تفنى في تفاعل كيميائي.

قانون حفظ كمية الحركة بعد تصادم جسمَيْن، تبقى كميَّة الحركة المشتركة هي نفسها.

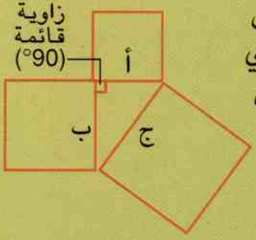
قانون نيوتن الأول للحركة (أو مبدأ العطالة) إذا لم يتعرَّض جسم لتأثير قوَّة، فإنه يبقى ساكناً أو يتابع حركته بسرعة ثابتة في خط مستقيم.

قانون نيوتن الثاني للحركة أن أيَّ قوة محصَّلة تؤثِّر على أحد الأجسام سوف تغيِّر من حركته. ويتوقف مدى التغيُّر على كتلة الجسم ومقدار القوَّة المحصَّلة.

قانون نيوتن الثالث للحركة عندما تؤثر قوة على جسم ما، فإن هذا الجسم يبذل قوَّة مساوية في الاتجاه المعاكس.

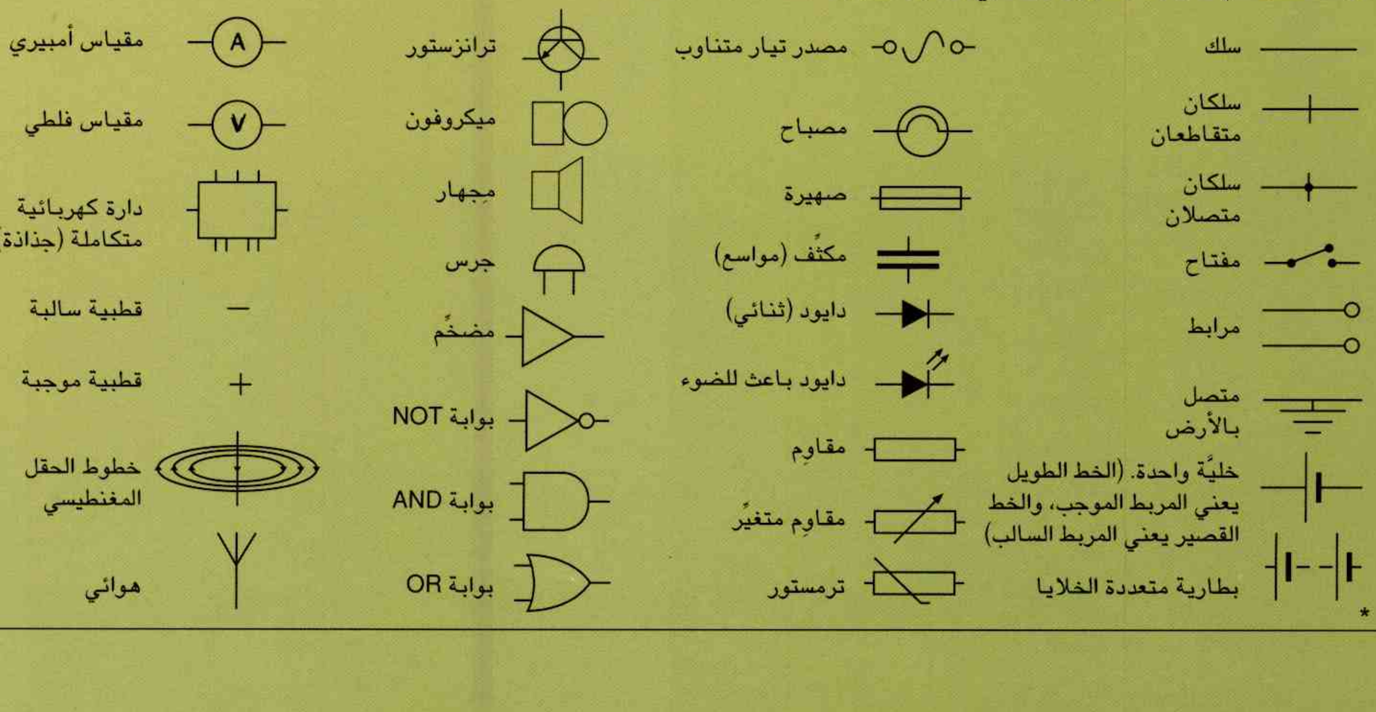
قانون نيوتن للتجاذب العام ثمّة قوة جذب ثقالي بين أيِّ جسمين لهما كتلتين، وهي تتوقف على كتلتي الجسمين وعلى المسافة الفاصلة بينهما.

مُبَرْهَنة فيثاغورس أن مساحة المربع المُقام على وتر (الضلع ج في الرسم) مثلثٍ قائم الزاوية تساوي مجموع مساحتي المربعَيْن المقامَيْن على الضلعين الآخرَيْن
(أ^2 + ب^2 = ج^2)



الرموز الكهربائية والإلكترونية

تستخدِم الرموز المبيَّنة أدناه لتمثيل المكوِّنات الموجودة في الدوائر (الدارات) الكهربائية والالكترونية. وقد تستخدم أحياناً رموز بديلة في بلدان أخرى.



حقائق عن الأرض والفضاء

تشتمل هذه الصفحات على قوائم لبعض المعلومات المسلّية عن الأرض والكواكب واستكشاف الفضاء. وتعتبر هذه المعلومات دقيقة إلى حد كبير، إلاَّ أن هناك طرقاً مختلفة لقياس الأشياء، لذلك قد تجد اختلافاً ضئيلاً في بعض الأرقام في أمكنة أخرى.

القارّات

الاسم	المساحة (كلم^2)
آسيا	43,608,000
افريقيا	30,335,000
أميركا الشمالية	24,300,000
أميركا الجنوبية	17,611,000
القارة القطبية الجنوبية	13,340,000
أوروبا	10,498,000
أسترالاسيا	8,923,000

المحيطات والبحار

المحيط الهادىء هو أكبر المحيطات وأكثرها عمقاً. ويبلغ عمق إحدى النقاط الموجودة في منطقة تدعى أخدود ماريانا، 11022 متراً.

الاسم	المساحة (كلم^2)
المحيط الهادىء	166,241,000
المحيط الأطلسي	82,217,000
المحيط الهندي	73,600,000
المحيط الجنوبي	35,000,000
المحيط القطبي الشمالي	12,257,000
بحر الصين الجنوبي	3,447,000
البحر الكاريبي	2,754,000
البحر الأبيض المتوسط	2,505,000
بحر بيرنغ	2,269,000
خليج المكسيك	1,544,000

أكبر الجزر

الاسم	المساحة (كلم^2)
غرينلاند	2,175,600
غينيا الجديدة	789,950
بورنيو	751,100
مدغشقر	586,376
جزيرة بافن، كندا	507,454
سومطرة، أندونيسيا	424,760
هونشو، اليابان	227,920
بريطانيا العظمى	218,896
جزيرة فكتوريا، كندا	217,290
جزيرة إيلزمير، كندا	196,236

أكبر البحيرات

تعتبر بحيرة بايكال الموجودة في روسيا من أعمق البحيرات في العالم، حيث يبلغ عمقها في بعض المناطق 1637 متراً. وهي تحتوي أيضاً على أكثر المياه عذوبة.

الاسم	الموقع	المساحة (كلم^2)
بحر قزوين	أوروبا/أسيا	424,200
بحيرة سوبريور	الولايات المتحدة/كندا	82,414
بحيرة فكتوريا	تنزانيا/أوغندة	69,215
بحيرة هورون	الولايات المتحدة/كندا	59,596
بحيرة متشيغان	الولايات المتحدة	58,016
بحر أرال	كازاخستان/أوزبكستان	40,500
بحيرة تنجانيقا	تنزانيا/كونغو	32,764
بحيرة بايكال	روسيا	31,500
بحيرة غريت بير	كندا	31,328
بحيرة نيازا (ملاوي)	موزمبيق/تنزانيا	29,928

أطول الأنهار

الاسم	الموقع	الطول (كلم)
النيل (بحر النيل)	شمال شرق افريقيا	6,671
الأمازون (أمازوناس)	أميركا الجنوبية	6,440
شانغ يانغ (يانغ تسي كيانغ)	الصين	6,276
المسيسبي - ميسوري - ريدروك	الولايات المتحدة	6,019
أوب - إيرتيش	أسيا	5,411
ينيسي انغارا	روسيا	4,989
هوانغ هو (النهر الأصغر)	الصين	4,830
آمور - سيلكا - أونون	شرق آسيا	4,416
لينا	روسيا	4,400
كونغو (زائير؛ لوالابا)	افريقيا الوسطى	4,380

أعلى الجبال

تضع بعض القوائم جبل لهوتسي في المركز الرابع بارتفاع 8501 م، لكننا هنا اعتبرناه إحدى قمم إيفرست، لا جبلاً منفصلاً.

الاسم	الموقع	الارتفاع (م)
إفرست	حدود نيبال/تيبت	8,848
ك 2 (كوغوري)	حدود باكستان/الصين	8,611
كانشنجونغا	حدود نيبال/سيكام	8,598
ماكالو	حدود نيبال/تيبت	8,470
تشو أويو	حدود نيبال/تيبت	8,201
دهولاجيري	نيبال	8,172
ماناسلو	نيبال	8,163
نانجا باربات	باكستان	8,126
أنابورنا	نيبال	8,078
غاشيربروم	حدود باكستان/الصين	8,068

حقائق وأرقام عن الكواكب

اسم الكوكب	قطر الكوكب	متوسّط بعده عن الشمس	مدة دورانه حول الشمس	مدة دورانه حول نفسه	عدد الأقمار
عطارد	4880 كلم	58 مليون كلم	88 يوما	58.7 يوما	0
الزُهرة	12103 كلم	108 مليون كلم	224.7 يوما	243 يوما	0
الأرض	12756 كلم	149.6 مليون كلم	365.3 يوما	23.9 ساعة	1
المرّيخ	6794 كلم	228 مليون كلم	687 يوما	24.6 ساعة	2
المشتري	142984 كلم	778 مليون كلم	11.9 سنة	9.8 ساعة	17
زحل	120536 كلم	1429 مليون كلم	29.5 سنة	10.2 ساعة	18
أورانوس	51118 كلم	2870 مليون كلم	84 سنة	17.9 ساعة	18
نبتون	49532 كلم	4504 مليون كلم	165 سنة	19.2 ساعة	8
بلوتو	2280 كلم	5913 مليون كلم	248 سنة	6.4 يوم	1

مهمّات فضائيّة

1957 سبوتنيك 1، أوّل قمر اصطناعي أطلقه الاتحاد السوفييتي إلى الفضاء في 4 تشرين الأول/أكتوبر. وفي 3 تشرين الثاني/نوفمبر، أطلق سبوتنيك 2 إلى الفضاء حاملاً معه كلبة تدعى لايكا.

1959 أطلق الاتحاد السوفييتي أولى المسابير الفضائية إلى القمر، لونا 1 ولونا 2 ولونا 3.

1961 أصبح رائد الفضاء السوفييتي يوري غاغارين أول شخص يسافر إلى الفضاء، وقد دامت رحلته حوالي 90 دقيقة.

1965 اكتشف علماء الفلك الأميركيون إشارات ضعيفة، تشبه الضجيج الراديوي، صادرة من الفضاء، وقد رأى كثير من الناس أن هذا يثبت نظرية الانفجار العظيم.

1965 التقط مسبار الفضاء الأميركي مارينر 4 أول صور للمريخ.

1966 حط مسبار الفضاء السوفييتي لونا 9 على سطح القمر، مرسلاً أولى الصور عن سطحه.

1967 أصبحت فينيرا 4 السوفييتية أول مسبار فضائي يصل إلى الزُهرة. وفي اليوم التالي، وصل أيضا المسبار الأميركي مارينر 5 إلى الزهرة.

1968 أطلقت الولايات المتحدة أبولّو 8، في أول رحلة فضائية مأهولة حول القمر.

1969 في 20 تموز/يوليو، نجحت المركبة الفضائية الأميركية أبولو11 في إنزال أوّل رجليْن على سطح القمر، هما إدوين ألدرن ونيل أرمسترونغ، والأخير كان أول إنسان يمشي على سطح القمر. وفي 14 تشرين الثاني/نوفمبر، وصلت مهمّة مأهولة أخرى إلى القمر، هي أبولو 12.

1970 ألغيت المهمّة الأميركية أبولو 13 إلى القمر بعد انفجار دمّر نظام الطاقة في المقصورة الأساسية.

1971 حطّت مهمّتا الفضاء الأميركيتان أبولو 14 وأبولو 15 على سطح القمر.

1971 أطلق الروس أول محطة فضائية، سليوت 1.

1971 أرسل مسبار الفضاء الأميركي مارينر 9 إلى الأرض أوّل صور للمريخ مأخوذة عن قرب.

1972 حطّت المهمّتان الأميركيتان المأهولتان أبولو 16 وأبولو 17 على سطح القمر.

1973 أطلقت الولايات المتحدة مختبر الفضاء سكايلاب، وكان أول محطة فضائية أميركية.

1973 أرسل المسبار الأميركي بايونير 10 أوّل صور قريبة للمشتري.

1974 أرسل المسبار الأميركي مارينر 10 الصور الأولى للغطاء السحابي المحيط بالزُهرة. بعدها انطلق إلى عطارد حيث أرسل أكثر من 10000 صورة عن هذا الكوكب.

1975 التقط مسبارا الفضاء السوفييتيان فينيرا 9 وفينيرا 10 الصور الأولى لسطح الزُهرة.

1976 حطّ مسبارا الفضاء الأميركيان فايكنغ 1 وفايكنغ 2 على المريخ، حيث التقطا صورا كثيرة له كما درسا عيّنات من تربته.

1979 حلّق مسبارا الفضاء الأميركيان فوياجر 1 وفوياجر 2 بالقرب من المشتري، مرسليْن صورا مفصّلة عنه.

1980 حلّق مسبار الفضاء الأميركي فوياجر2 مارا بالقرب من زحل، ومرسلا إلى الأرض صورا مفصّلة عنه.

1981 أطلقت الولايات المتحدة أول رحلة لمكوك الفضاء STSI.

1986 حلّق مسبار الفضاء الأميركي فوياجر 2 ماراً بالقرب من أورانوس ومرسلاً صورا مفصّلة عنه إلى الأرض.

1986 أطلق الاتحاد السوفييتي محطة الفضاء مير.

1986 انفجر مكوك الفضاء الأميركي تشالنجر، موديا بحياة روّاده السبعة.

1989 حلّق مسبار الفضاء الأميركي فوياجر 2 قرب نبتون مرسلا إلى الأرض صورا مفصّلة عنه.

1991 أطلق تلسكوب الفضاء هابل من الولايات المتحدة. وقد تبيّن أنه يعاني من عطب يمنعه من إرسال صور واضحة إلى الأرض.

1993 رمّم الروّاد وهم يسبحون في الفضاء تلسكوب الفضاء هابل.

1993 التقط المسبار الأميركي غاليليو أوّل صور عن قرب للكويكب غاسبرا.

1996 أطلقت المركبة الفضائية الأميركية نير NEAR (لقاء مع الكويكبات القريبة من الأرض) لدراسة الكويكبات القريبة من الأرض.

1996 أطلقت الولايات المتحدة مركبة مارس غلوبال سورفايور لدراسة كوكب المريخ خلال دورانها حوله.

1997 وصلت مركبة مارس باثفايندر الأميركية إلى المريخ، مطلقة مركبة جوّالة صغيرة على سطحه سمّيت سوجورنر لجمع معلومات مفصّلة عن تربة المريخ وصخوره وطقسه.

1998 بدأ بناء محطة الفضاء الدولية.

2001 برمجة إطلاق مشروع بلوتو–كويبر اكسبرس الأميركي. وإذا نجح المشروع، فسيرسل إلى الأرض أوّل صور قريبة لبلوتو ولقمره شارون.

العلماء والمخترعون

تحتوي هذه الصفحات على تفاصيل عن الذين قدموا إسهامات هامة إلى الاكتشافات والاختراعات العلمية على مر الزمن

ابن الهيثم، أبو علي الحسن (965-1038)
Al-Haytham, Ibn (Alhazen)
طبيب وفيزيائي عربي له انجازات عظيمة في البصريات، شرح عملية الانكسار ودور الانعكاس في الرؤية.

أديسون، توماس (1847-1931)
Edison, Thomas مخترع اميركي قام بصنع آلاف من الأجهزة ومن ضمنها الفونوغراف، النسخة الأولى للغراموفون (الحاكي).

أرخميدس (حوالي 287-212 ق.م)
Archimedes رياضي ومخترع يوناني صاغ المبدأ العلمي الذي يفسّر كيف يزيح الجسم الطافي مقدار وزنه من الماء.

أرسطو (حوالي 384-322 ق.م)
Aristotle فيلسوف يوناني له إسهامات عديدة في الفيزياء وعلم الحيوان والنظرية العلمية.

آفوغادرو، أميديو (1776-1856)
Avogadro, Amedeo كيميائي إيطالي هو أول من وضع نظرية تقول إن كل الغازات التي لها نفس الحجم ودرجة الحرارة والضغط يجب أن تحتوي على نفس العدد من الجزيئات.

أمبير، أندريه ماري (1775-1836)
Ampere, Andre Marie رياضي وفيزيائي فرنسي له أعمال رائدة في الكهرباء والمغنطيسية. سُمِّيت وحدة التيار الكهربائي بالأمبير تيمّناً به.

اناكسَغوراس (حوالي 500-428 ق.م)
Anaxagoras فيلسوف يوناني كان أول من فسّر أطوار الشمس والقمر وكسوف وخسوف كل منهما كنتيجة لحركتيهما.

أوم، جورج (1787-1854) Ohm, George فيزيائي ألماني درس المقاومة الكهربائية، وسميت وحدة النظام الدولي للمقاومة الكهربائية الأوم تيمّناً به.

أينشتاين، ألبرت (1879-1955)
Einstein, Albert فيزيائي ألماني المولد نشر النظرية الخاصة للنسبية (1905) والنظرية العامة للنسبية (1915)، معيداً النظر في الأفكار السابقة حول الزمن والفضاء.

بابيج، تشارلز (1792-1871)
Babbage, Charles رياضي ومخترع انكليزي عمل على آلة حاسبة تدعى المحرّك التحليلي. وهي سَلف الحاسوب الحديث.

باستور، لويس (1822-1895)
Pasteur, Louis كيميائي فرنسي بيَّن أن التحلّل سببه الجراثيم. استنبط طريقة لحفظ الطعام عن طريق إبادة الجراثيم بالحرارة، تسمى اليوم البَسْتَرة.

باسكال، بليز (1623-1662) Pascal, Blaise رياضي وفيزيائي فرنسي له إسهامات في هندسة الموائع ودراسة الضغط الجوي. سميت وحدة الضغط بالنظام الدولي الباسكال تيمناً به.

باين، الكسندر (1811-1877) Bain, Alexander صانع ساعات اسكتلندي سجَّل تصميمه لأول آلة فاكس (1843).

براون، روبرت (1773-1858)
Brown, Robert عالم أحياء اسكتلندي درس الحركة العشوائية ظاهرياً للجسيمات المعلّقة في السوائل.

براون، ورنر فون (1912-1977)
Braun-Wernher von مهندس ألماني وأحد روّاد صناعة الصواريخ والرحلات الفضائية.

برلينر، إميل (1851-1926)
Berliner, Emile مهندس ألماني - أميركي اخترع الغراموفون (الحاكي).

برونل، إزامبارد كينغدوم (1806-1859) Brunel, Isambard Kingdom مهندس بريطاني صمّم الكثير من الجسور الضخمة والسفن التجارية العابرة للمحيط.

بريستلي، جوزف (1733-1804)
Priestley, Joseph كيميائي انكليزي اكتشف الأكسجين (1774). ابتكر ايضاً المشروبات الغازية.

بل، ألكسندر غراهام (1847-1922)
Bell, Alexander Graham مخترع اسكتلندي - أميركي اخترع الهاتف (1872-1876)

بلانك، ماكس (1858-1947)
Planck, Max فيزيائي ألماني طوّر نظرية الكمّ.

بنز، كارل (1844-1929) Benz, Karl مخترع الماني صمّم اول سيارة تسير بواسطة محرّك الاحتراق الداخلي.

بوث، هوبرت (1871-1955) Booth, Hubert مهندس بريطاني اخترع أول آلة تنظيف خوائية ناجحة.

بور، نيلز (1885-1962) Bohr, Niels فيزيائي دانمركي طبّق نظرية الكم الفيزيائية على بنية رذرفوزد للذرّة (1913).

بويل، روبرت (1627-1691) Boyle, Robert عالم ايرلندي قال إن المادة مؤلفة من جسيمات دقيقة. صاغ أيضاً قانون بويل، الذي ينص على إن ضغط الغاز وحجمه يتناسبان عكسياً.

بيرد، جون لويجي (1888-1946) **Baird, John Logie** مهندس اسكتلندي اخترع التلفزيون (1926).

بيرو، لازلو (1900-1985) Biro, Lazlo فنّان وصحافي هنغاري اخترع قلم الحبر الناشف (1938).

بيكريل، أنطوان (1852-1908) **Becquerel, Antoine** فيزيائي فرنسي اكتشف الفاعلية الإشعاعية (1896).

تالبوت، وليم فوكس (1800-1877) **Talbot, William Fox** عالم انكليزي استنبط طريقة لإنتاج الصور الفوتوغرافية من الصورة السلبية.

تسلا، نيقولا (1856-1943) Tesla, Nikola مهندس كهربائي كرواتي اخترع محرك التيار المتناوب والمولّد الكهربائي العالي الفلطية.

تسيكورسكي، إيغور (1889-1972) **Sikorsky, Igor** مهندس جوي أميركي روسي المولد بنى أول طائرة هليكوبتر ناجحة.

تشارلز، جاك (1746-1823) **Charles, Jacques** فيزيائي فرنسي صاغ قانون تشارلز، الذي يعرض العلاقة بين درجة الحرارة والحجم في الغازات.

تورينغ، آلان (1912-1954) Turing, Alan عالم رياضيات انكليزي يعتبر رائداً مهماً في علم الحاسوب.

تومبو، كلايد (1906-1997) **Tombaugh, Clyde** فلكي أميركي اكتشف كوكب بلوتو في العام 1930.

جربير (حوالي 945-1003) **Gerbert** ناسك فرنسي اخترع أول ساعة ميكانيكية. اصبح البابا سيلفستر الثاني في العام 999.

جول، جيمس (1818-1889) Joule, James فيزيائي انكليزي له أعمال هامة في مجال الحرارة، ساعد على إثبات مبدأ حفظ الطاقة. وقد سمّيت وحدة قياس العمل والطاقة بالجول تيمّناً به.

جيلبرت، وليام (1544-1603) **Gilbert, William** فيزيائي انكليزي، وطبيب ملكة بريطانيا إليزابث الأولى أيضاً، وضع الدراسة العلمية للمغنطيسية. وكان أول من قال إن الأرض هي مغنطيس بحد ذاتها.

جينر، إدوارد (1749-1823) **Jenner, Edward** طبيب انكليزي توصّل إلى صنع أول لقاح.

دارون، تشارلز (1809-1882) **Darwin, Charles** عالم طبيعيّات انكليزي كان أول من قال إن الأنواع تتطوّر وتتغير بالانتقاء الطبيعي.

دالتون، جون (1766-1844) **Dalton, John** كيميائي انكليزي قال إن العناصر تتألّف من ذرّات تتحد لتشكل المركّبات.

درو، ريتشارد (1886-1956) Drew, Richard المخترع الاميركي للشريط اللاصق (1928).

رايت، أورفيل (1871-1948) وليبور (1867-1912) Wright, Orville and Wilbur في عام 1903، قاد هذان الأخوان الأميركيان أول طائرة.

رذرفورد، إرنست (1871-1937) **Rutherford, Ernest** فيزيائي نيوزيلندي المولد وضع تصوراً لبنية الذرة.

روسكا، إرنست (1906-1988) **Ruska, Ernst** مهندس ألماني اخترع المجهر الإلكتروني (1933).

رونتجن، ويلهلم (1845-1923) **Rontgen, Wilhelm** فيزيائي ألماني اكتشف الأشعة السينية (1895).

سافري، توماس (حوالي 1650-1715) **Savery, Thomas** مهندس انكليزي بنى أوّل محرك بخاري.

ستراسمان، فريتز (1902-1980) **Strassman, Fritz** كيميائي ألماني اكتشف، مع أوتو هان، الانشطار النووي (1938). (انظر ايضاً ميتنر، ليز).

ستيفنسن، جورج (1781-1848) **Stephenson, George** مخترع انكليزي اخترع أول قاطرة بخارية ناجحة (1814) وبنى، بمساعدة ابنه روبرت، القاطرة روكت ستيفنسن (1829) كأول خط للركاب.

سلسيوس، أندرز (1701-1744) **Celsius, Anders** فلكي سويدي اخترع أول سلّم لدرجة الحرارة قسّمه لمئة درجة. سمّي باسمه.

سليفر، فيستو (1875-1969) **Slipher, Vesto** فلكي أميركي التقط أول صور واضحة للمريخ، واكتشف أن الكون هو أكبر بكثير جداً مما كان يعتقد من قبل.

شادويك، جيمس (1891-1974) **Chadwick, James** فيزيائي انكليزي عمل على الفعالية الاشعاعية واكتشف النيوترون.

طوريشلي، ايفانجليستا (1608-1647) **Torricelli, Evangelista** فيزيائي إيطالي وضع مبدأ مقياس الضغط الجوي (1644).

طومسون، وليم (لورد كلفن) **Thomson, William (1824 -1907) (Lord Kelvin)** عالم رياضيات وفيزيائي انكليزي قام بأعمال مهمة في الترموديناميكا، وأسس سلّم درجة الحرارة المطلقة.

غاليلي، غاليليو (1564-1642) **Galilei, Galileo** فلكي وعالم إيطالي قام بالكثير من الاكتشافات. اثبت أن كل الأجسام الساقطة تهبط بنفس التسارع. دعمت دراساته بخصوص حركة الكواكب نظرية كوبرنيكوس القائلة إن الكواكب تدور حول الشمس.

فاراداي، مايكل (1791-1867) **Faraday, Michael** عالم انكليزي اخترع الدينامو، بتوليد تيار كهربائي عن

طريق تدويم ملف سلكي في حقل مغنطيسي.

فرانكلين، بنجامن (1706-1790) **Franklin, Benjamin** مخترع وسياسي أميركي برهن أن البرق هو شكل من الكهرباء.

فرانكلين، روزالند (1920-1958) **Franklin, Rosalind** عالم انكليزي قام، مع زميله موريس ويلكنز، بإجراء أبحاث حاسمة لاكتشاف بنية الحمض النووي الريبي المنقوص الأكسجين (DNA). (انظر ايضاً كريك، فرانسيس؛ واطسون، جيمس)

فرنهايت، غابريل (1686-1736) **Fahrenheit, Gabriel** فيزيائي ألماني اخترع سلم درجة الحرارة الزئبقي (1714) ووضع سلّم درجة الحرارة الفرنهايتي.

فليمنغ، ألكسندر (1881-1955) **Fleming, Alexander** طبيب اسكتلندي اكتشف البنسلين، المادة الهامة في صنع المضادات الحيوية.

فورد، هنري (1863-1947) Ford, Henry مهندس سيارات أميركي صنع سيارة فورد طراز T، وكان رائداً في أساليب الإنتاج الصناعي على نطاق واسع.

فولطا، ألِسَندرو (1745-1827) **Volta, Alessandro** فيزيائي إيطالي ابتكر أول بطارية كهربائية. وقد سميت وحدة الجهد الكهربائي باسمه تيمّناً به.

فيثاغورس (القرن السادس قبل الميلاد) Pythagoras عالم يوناني له الفضل في الكثير من الاكتشافات، وضع مُبرهَنة فيثاغورس، وهي صيغة لحساب الطول المجهول لأحد أضلاع مثلث قائم الزاوية.

فيرمي، أنريكو (1901-1954) **Fermi, Enrico** فيزيائي إيطالي كان أول من تحكّم بالطاقة النووية في المفاعل النووي.

فيزاليوس، اندرياس (1514-1564) **Vesalieus, Andreas** باحث طبي فلمنكي أسس علم التشريح الحديث (دراسة الجسم).

فيغنر، ألفرد (1880-1930) **Wegener, Alfred** عالم أرصاد ألماني اقترح لأول مرة نظرية الانجراف القاري.

فيلاّرد، بول (1860-1934) Villard, Paul فيزيائي فرنسي اكتشف أشعة غاما (1900).

كارلسون، شيستر (1906-1968) **Carlson, Chester** المخترع الاميركي لآلة الاستنساخ

كافندش، هنري (1731-1810) **Cavendish, Henry** كيميائي وفيزيائي انكليزي اكتشف الهيدروجين، والتركيب الكيميائي للهواء والماء، وقدّر وزن الأرض.

كبلر، جوهانس (1571-1630) **Kepler, Johannes** فلكي ألماني اكتشف قوانين حركة الكواكب.

كريك، فرانسيس (-1961) Crick, Francis بيولوجي انكليزي، اكتشف مع زميله جيمس واطسون، بنية الـDNA. (انظر ايضاً فرانكلين، روزالند؛ ويلكنز، موريس)

كلفن، لورد Kelvin, Lord انظر طومسون، وليام

كوبرنيكوس (1473-1543) **Copernicus** فلكي بولوني قال إن الكواكب تدور حول الشمس وليس حول الارض (1530).

كوري، ماري (1867-1934) Curie, Marie عالمة بولونية رائدة عملت في مجال الإشعاع واكتشفت الراديوم المشعّ (1898).

كوكرل، كريستوفر (1910-1999) **Cockerell, Christopher** مهندس بريطاني اخترع الحوّامة.

كونيو، نيكولا - جوزف (1725-1804) **Cugnot, Nicolas - Joseph** مهندس في الجيش الفرنسي اخترع في عام 1769 الجرّار البخاري، أول مركبة تتحرك على الارض بقدرتها الذاتية.

لافوازييه، أنطوان (1743-1794) **Lavoisier, Antoine** محام وعالم فرنسي سمّى الأكسجين والهيدروجين، وشرح دور الأكسجين في عملية الاحتراق.

لوفيلاس، ادا (1815-1852) **Lovelace, Ada** رياضي انكليزي عمل على المحرّك التحليلي الذي صمّمه تشارلز بابيج، ابتكر "البرامج" التي عجّلت تطوير البرمجة الحاسوبية.

لومتر، جورج (1894-1966) **Lemaitre, Georges** فيزيائي فلكي ورياضي وقسّ بلجيكي اقترح لأول مرة نظرية الانفجار العظيم لأصل الكون.

ليستر، جوزف (1827-1912) **Lister, Joseph** جرّاح انكليزي كان أول من استخدم التطهير في العمليات الجراحية.

ليناوس، كارولوس (كارل فون ليني) Linnaeus, Carolus (1707-1778) (carl von Linne) عالم نبات سويدي وضع طريقة لتصنيف الكائنات الحية إلى أجناس، وأنواع وتقسيمات أخرى.

ليونهوك، أنطوني فان (1632-1723) **Leeuwenhoek, Antony van** عالم هولندي كان أول من تفحّص الجراثيم والمني وخلايا الدم بواسطة المجهر.

ماركوني، غولْيَلْمو (1874-1937) **Marconi, Guglielmo** فيزيائي ايطالي طوّر الإبراق الراديوي ونجح في إرسال إشارات عبر الاطلنطي (1901).

ماكسويل، جايمس كليرك (1831-1979) Maxwell, James Clerk فيزيائي اسكتلندي تثبّت من وجود الإشعاع الكهرمغنطيسي.

مالبيغي، مارسلّو (1628-1694) **Malpighi, Marcello** فيزيولوجي ايطالي اكتشف، بالاستعانة بالمجهر، أن الشرايين والأوردة متصلة بواسطة أوعية دموية دقيقة نسمّيها اليوم الشُعَيرات.

مركاتور، جيراردوس (1512-1594) **Mercator, Gerardus** جغرافي ورسّام خرائط فلمنكي ابتكر الإسقاط المركاتوري: وهو طريقة تبيّن بدقة الشكل المستدير للأرض على خريطة مسطّحة.

مندل، غريغور (1822-1884) **Mendel, Gregor** راهب وعالم طبيعيات نمساوي طوّر قوانين الوراثة.

مندلييف، ديمتري (1834-1907) **Mendeleyev, Dimitri** كيميائي روسي وضع الجدول الدوري للعناصر.

مورس، صاموئيل (1791-1872) **Morse, Samuel** فنّان أميركي اخترع طريقة لإرسال الرسائل عبر أسلاك البرق الكهربائية عن طريق نظام مكوَّد من نقط وشرطات (نبضات كهربائية طويلة وقصيرة) يدعى اليوم كود مورس.

ميتنر، ليز (1878-1968) **Meitner, Lise** فيزيائية نمساوية فسّرت الانشطار النووي لأول مرّة (1939). (انظر ايضاً هان، أوتو؛ ستراسمان، فريتز)

ميمان، تيودور (1927-) **Maiman, Theodore** عالم أميركي قام بصنع أول ليزر.

نوبل، ألفرد (1833-1896) **Nobel, Alfred** كيميائي سويدي اخترع الديناميت (1866)، وأنشأ مؤسسة جوائز نوبل.

نيبكو، بول (1860-1940) **Nipkow, Paul** مهندس ألماني ورائد التلفزيون اخترع قرص نيبكو، وهو أداة مسح ميكانيكية.

نيوتن، اسحق (1642-1727) **Newton, Isaac** فيزيائي ورياضي انكليزي صاغ القوانين الأساسية للجاذبية والحركة. اكتشف أيضاً أن الضوء مؤلف من طيف الألوان، وبنى أول مقراب (تلسكوب) عاكس.

نيوكومن، توماس (1663-1729) **Newcomen, Thomas** مخترع انكليزي بنى أول محرّك بخاري جوي.

هابل، إدوين (1889-1953) **Hubble, Edwin** فلكي أميركي أثبت وجود المجرّات خارج مجرّتنا. سمّي تلسكوب الفضاء هابل تيمّناً به.

هارفي، وليام (1578-1657) **Harvey, William** طبيب انكليزي اكتشف كيفية دوران الدم في الجسم.

هالي، إدموند (1656-1742) **Halley, Edmund** فلكي ورياضي انكليزي رسم خريطة لمدار مذنّب وتوقع ظهوره. سمّي المذنب هالي تيمّناً به.

هانّ، أوتو(1879-1968) **Hahn, Otto** كيميائي ألماني اكتشف، بالتعاون مع فريتز ستراسمان، الانشطار النووي.(انظر أيضاً ميتنر، ليز).

هرتز، هينريخ (1857-1894) **Hertz, Heinrich** فيزيائي ألماني بدأ البحث الذي أثبت وجود الموجات الراديوية.

هرشل، وليام (1738-1822) **Herschel, William** فلكي وصانع مقاريب انكليزي وضع خريطة لنجوم نصف الكرة الشمالي، واكتشف، في عام 1781، الكوكب أورانوس. اكتشف أيضاً الأشعة تحت الحمراء في عام 1800. كان لشقيقته كارولين (1750-1848) دور مهم في مساعدته.

هوك، روبرت (1635-1703) **Hooke, Robert** فيزيائي وكيميائي انكليزي اكتشف العلاقة بين المرونة والقوة، وصاغها في قانون هوك.

هوكنغ، ستيفن (1924-) **Hawking, Stephen** فيزيائي انكليزي حقّق تقدّماً في فهم أصل الكون.

هيغنز، كريستيان (1629-1695) **Huygens, Christiaan** فيزيائي وفلكي هولندي اخترع أول ساعة نواسية دقيقة، وتعرّف إلى حلقات زحل، وكان أول شخص يقترح أن الضوء ينتقل بشكل موجات.

واط، جيمس (1736-1819) **Watt, James** مخترع اسكتلندي حسّن المحرك البخاري وأدخل عليه المسنَّنة الكوكبية. سُمِّيت وحدة القدرة الكهربائية باسمه تيمّناً به.

واطسون، جيمس (1928-) **Watson, James** عالم أميركي اكتشف، بالتعاون مع فرانسيس كريك، بنية الحمض الريبي النووي المنقوص الأكسجين (1953) DNA . (انظر ايضاً فرانكلين، روزالند؛ ويلكنز، موريس)

ويتل، فرانك (1907-1996) **Whittle, Frank** مخترع إنكليزي اخترع المحرّك النفاث (1930) .

ويلكنز، موريس (1916-) **Wilkins, Maurice** بيولوجي وفيزيائي بريطاني نيوزيلندي المولد قام، بالتعاون مع روزالند فرانكلين، بأبحاث حاسمة لاكتشاف بنية الحمض النووي الريبي المنقوص الأكسجين. (انظر ايضاً كريك، فرانسيس؛ واطسون، جيمس).

يال، لينوس (1821-1868) **Yale, Linus** مخترع أميركي اخترع القفل الدساريّ الذي ما يزال يستعمل لغاية اليوم.

تواريخ مضيئة في العلم

تقرأ في هاتين الصفحتين بعض أهم التواريخ في عالم الاختراعات والاكتشافات العلمية.

4241 ق.م تم وضع التقويم المصري موضع الاستعمال. وأصبح هذا أول عام يمكن فيه تأريخ الحوادث بدقة.

حوالي 4000 ق.م صنعت أول سبيكة برونز في بلاد ما بين النهرين.

حوالي 3500 ق.م تم صنع العجلات الأولى من أقسام من جذوع الأشجار.

حوالي 3000 ق.م قسّم البابليون اليوم إلى أربع وعشرين ساعة، واخترعوا أيضاً المِعْداد، أول آلة للجمع.

حوالي 1600 ق.م تم وضع السجلات الأولى لدراسات علم الفلك.

حوالي 1500 ق.م تم تطوير صَهْر الحديد في آسيا الصغرى (تركيا)، لأول مرة.

حوالي 700 ق. م تمت كتابة الأيورفيدا Ayurveda، وهو أقدم كتاب طبي في الهند.

حوالي 600 ق.م قام الفيلسوف اليوناني طاليس المالطي بوصف الخصائص المغنطيسية لحجر المغنطيس وهو شكل من أشكال خام الحديد، سُميَ فيما بعد بالمغنتيت.

حوالي 530 ق.م قام الرياضي اليوناني فيثاغورس باكتشافات متعددة، منها نظرية فيثاغورس.

حوالي 400 ق.م تم اختراع البكرة في اليونان.

حوالي 335 ق.م وضع الفيلسوف اليوناني أرسطو ملاحظات علمية مهمة كثيرة منها كيفية عمل الرافعات.

حوالي 300 ق.م تم استعمال المسننات لأول مرة في مصر.

حوالي 235 ق.م اخترع العالم اليوناني أرخميدس، شادوف أرخميدس الذي يستطيع رفع المياه إلى الأعلى. وكان يستخدم في طرح المياه من السفن المغمورة بها وفي أنظمة الري في الزراعة.

حوالي 10 ق.م وصف المهندس المعماري الروماني فيتروفيوس المرفاع.

حوالي 200 أقدم تاريخ معروف لاستخدام الحديد الصبّ ـ لصنع موقد الطهي الصيني.

حوالي 635 تم استخدام الريش كأقلام في الكتابة.

حوالي 700 تم استعمال مَسْبَك كاتلان في إسبانيا لصهر الحديد. وهو النسخة القديمة لفرن الصهر الحديث.

حوالي 950 استخدم الصينيون البارود لصنع الألعاب النارية والإشارات.

1000 وضع الفيزيائي العربي ابن الهيثم الملاحظات الأولى لخصائص العدسات البصرية.

1088 تم اخراع أول ساعة تديرها المياه في الصين بواسطة هان كانغ ـ لين.

1090 تم استخدام البوصلة، لأول مرة، من قبل الصينين والعرب في الملاحة البحرية.

1202 نشر العالم الايطالي ليوناردو فيبوناتشي كتاب *Liber Abaci*، وهو أول كتاب أوروبي يقترح استعمال النظام الهندي ـ العربي للأعداد العَشرية.

1230 تم، في الصين، استخدام البارود لأول مرة كمادة متفجّرة لصنع القنابل لمهاجمة أسوار المُدُن.

1286 تم صنع أول زوج نظارات في إيطاليا على يد فيزيائي إيطالي، على الأرجح، يدعى سالفينو ديغلي أرماتي.

1326 تم استخدام البنادق في إيطاليا.

1451 اخترع يوهان غوتنبرغ المطبعة في ألمانيا.

1500 قام الرسّام والعالم الإيطالي ليوناردو دافنشي بتصميم أجهزة كثيرة، منها نوع من أنواع الهليكوبتر.

1540 تم صنع أول أطراف اصطناعية للجنود الجرحى من قبل الطبيب الفرنسي أمبرواز باريه.

1543 نشر عالم الفلك البولندي كوبرنيكوس نظريته حول دوران الكواكب حول الشمس وليس حول الأرض.

1590 تم اختراع المجهر هولندا.

1592 اخترع عالم الفلك الإيطالي غاليليو أول مقياس للحرارة يعتمد على تمدد الهواء وتقلّصه.

1608 تم عرض أول تلسكوب في هولندا.

1610 استخدم غاليليو التلسكوب لإجراء أرصاد فلكية.

1616 حاضر الطبيب الإنكليزي وليام هارفي عن دوران الدم.

1618 نشر الفلكي الألماني يوهان كبلر قوانين تصف مدارات الكواكب الإهليلجية حول الشمس.

1623 تم اختراع أول آلة حاسبة ميكانيكية في ألمانيا من قبل ويلهلم شيكارد.

1644 اكتشف الفيزيائي الإيطالي إيفانجليستا توريشيللي مبدأ مقياس الضغط الجويّ.

1682 وصف الفلكي الانكليزي إدموند هالي مدار أحد المذنبات ووضع خريطة له. وقد سمي هذا المذنب، لاحقاً، على اسمه.

1687 نشر الفيزيائي الانكليزي إسحاق نيوتن كتاب "المبادىء" *Principia*، الذي قدم فيه قوانين الحركة والجاذبية.

1704 كتب إسحاق نيوتن كتاب "البصريات" *Opticks* عن المناشير والضوء.

1712 بنى المخترع الانكليزي توماس نيوكومن أول محرك بخاري جوي.

1752 أوضح العالم الأميركي بنجامين فرانكلين أن البرق هو شكل من أشكال الطاقة.

1769 قام المخترع الاسكوتلندي جايمس واط بإنتاج أول نسخة لمحركه البخاري المعدّل.

1774 اكتشف الكيميائي البريطاني جوزيف بريستلي غاز الأكسجين وعزله.

1783 تمت أول رحلة بمنطاد يعمل على الهواء الساخن في باريس، فرنسا.

1789 نشر أنطوان لافوازييه، وهو محام وعالم فرنسي، كتابه الشهير *Elementary Treatise on Chemistry* (رسالة أولية في الكيمياء)، الذي أصبح أساساً للكيمياء الحديثة.

1796 قام إدوارد جينر، في إنكلترا، بصنع اللقاح الأول.

1799 صنع الفيزيائي الإيطالي أليسندرو فولطا أوَّل بطارية.

1808 نشر الكيميائي الإنكليزي جون دالتون كتابه الشهير *A New System of Chemical Philosophy*، الذي يحتوي على نظرياته في بنية الذرة.

1810 تم عرض أول مصباح كهربائي في لندن، بإنكلترا.

1820 لاحظ العالم الدانمركي هانس أورستد أن السلك الذي يسري عبره التيار الكهربائي يتصرَّف كمغنطيس، وهو تأثير سمِّي لاحقاً الكهرمغنطيسية.

1821 اخترع العالم الإنكليزي مايكل فاراداي المحرك الكهربائي.

1831 اخترع مايكل فاراداي الدينامو.

1834 عمل الرياضيان البريطانيان تشارلز بابج وأدا لاڤليس على المحرك التحليلي، السلف الأسبق للحاسوب.

1837 اخترع في إنكلترا التلغراف الكهربائي المستخدم في إرسال الرسائل عبر الأسلاك.

1839 أُعلن عن اختراع التصوير الفوتوغرافي في كلٍّ من إنكلترا وفرنسا.

1852 قام أول سفينة هوائية مملوءة بالهيدروجين وتعمل بقوة البخار بأول طلعة له في فرنسا.

1859 اخترع محرك الاحتراق الداخلي في فرنسا.

1859 نشر عالم الطبيعة الإنكليزي تشارلز داروين كتابه *On the Origin of Species by Natural Selection*، الذي يحتوي على نظرياته عن التطور.

1862 تم عرض أول بلاستيك سلّولوئيدي في لندن بإنكلترا.

1869 طوّر العالم الروسي ديمتري مندلييف أول جدول دوري للعناصر.

1876 أرسل ألكسندر غراهام بلّ أول رسالة هاتفية في بوسطن، الولايات المتحدة الأميركية.

1877 صنع المخترع الأميركي توماس أديسون أول تسجيل للصوت بواسطة نموذجه الأوّلي لآلة الفونوغراف.

1877 اخترع العالم الألماني الأميركي إميل برلينيه الميكروفون.

1789 اخترع توماس أديسون أول مصباح كهربائي ناجح.

1881 تم بناء أول محطة لتوليد الكهرباء في مدينة سوري بإنكلترا.

1884 تم عرض أول ألياف اصطناعية مصنوعة من السيلولوز في لندن بإنكلترا.

1885 اخترع الألماني كارل بنز سيارة تعمل بالبنزين.

1888 أثبت الفيزيائي الألماني هنريخ هرتز وجود الموجات الراديوية.

1895 عرض أول فيلم سينمائي على الجمهور في فرنسا.

1895 اكتشف الفيزيائي الألماني ويلهلم رونتجن الأشعة السينية، وفي هذا التاريخ تم التقاط أول صورة بهذه الأشعة.

1895 طوّر الفيزيائي الإيطالي غوليلمو ماركوني الإرسال الراديوي وعرضه.

1896 اكتشف الفيزيائي الفرنسي أنطوان بيكريل النشاط الإشعاعي.

1903 قام الأخوان الأميركيان رايت بأول طلعة بطائرة مُدارة بقوة محرِّكة.

1905 نشر الفيزيائي الأميركي الألماني المولد ألبرت أينشتاين أعماله العلمية التي تتضمن نظرية النسبية الخاصة.

1911 نالت العالمة البولونية ماري كوري جائزة نوبل لعملها على النشاط الإشعاعي.

1911 أثبت العالم البريطاني أرنست رذرفورد أن للذرات نواة مركزية.

1926 قام المهندس الاسكتلندي جون لويجي بيرد بإرسال أول صورة تلفزيونية بالأسود والأبيض عبر المحيط الأطلسي.

1929 بيَّن الفلكي الأميركي أدوين هابل أن المجرّات تتحرك بعيداً بعضها عن بعض. وقد أصبح ذلك أساس نظرية الانفجار العظيم.

1936 أجريت أول طلعة بطائرة هليكوبتر (حوامة) في ألمانيا؟

1938 اكتشف أوتو هان وفريتز ستراسمان الانشطار النووي. وقد شرح ليز ميتز هذا الاكتشاف في العام 1939.

1941 اخترع فرانك ويتل المحرك التوربيني النفاث للطائرة في إنكلترا.

1945 جرت أول تجربة أميركية للقنبلة الذرية في نيومكسيكو بالولايات المتحدة، ثم استخدمت ضد مدينة هيروشيما اليابانية.

1948 اخترع ثلاثة علماء أميركيون هم، جون باردين وولتر براتان ووليم شوكلي، الترانزستور، مسهِّلين بذلك صنع الإلكترونيات المنمنمة.

1953 اكتشف فرانسيس كريك وجيمس واطسون بنية جزيء الدنا الذي يشكل الخلايا الحية، وقد أثبت ذلك لاحقاً روزاليند فرانكلين.

1957 أطلق أول قمر اصطناعي إلى الفضاء، وكان القمر الروسي سبوتنك ا.

1959 تم اختراع الدارة المتكاملة في أميرك.

1961 تم إطلاق فوستك ا، أول مركبة فضاء مأهولة، وقد أصبح يوري غاغارين بذلك أول إنسان يرتحل في الفضاء.

1969 أصبح رائد الفضاء الأميركي نيل أرمسترونغ أول إنسان يطأ سطح القمر ويمشي عليه.

1969 تم صنع أول إنترنت، على شكل ARPANET، وهو شبكة حاسوبية عائدة للجيش الأميركي.

1975 تم إنزال أول حاسوب منزلي إلى الأسواق، هو حاسوب Altair.

1981 تم إطلاق أول مكُوك فضائي، المركبة الفضائية القابلة للاستعمال ثانية.

1990 تم بث أول إرسال للتلفزة العالية الوضوح (HDIV).

1992 وُضعت شبكة الوب العالمية، التي ابتكرها عالم الحواسيب البريطاني تيم بيرنرز - لي، على شبكة الإنترنت.

2000 أعلن العلماء عن اكتمال المسوَّدة الأولى لمتتالية المجين (الجينوم) البشري.

قاموس المصطلحات (عربي - إنكليزي)

هذا القاموس مرتّب حسب الألفباء العربيّة. وقد وضع أمام كلّ مصطلح معناه الإنكليزي، يليه تعريفٌ موجز باللغة العربية. وأضفنا في نهايته قاموساً للمصطلحات مرتباً حسب الألفباء الإنكليزيّة تيسيراً على القارىء.

(أ)

إباضة ovulation
إطلاق بيضة ناضجة إلى أنبوب فالوب.

إبْط axil
موضع على النبتة يقع بين الغصن أو سويق الورقة والساق.

ابْهَر aorta
شريان ينقل الدم خارج القلب ليوزّع في أنحاء الجسم.

أبواغ spores خلايا تكاثرية تنتجها النباتات البوغية، تنمو إلى نباتات عروسية جديدة.

اتصالات بُعدية telecommunications
فرع من التكنولوجيا يهتم بنقل المعلومات باستخدام كوابل الهاتف أو الأقمار الاصطناعية.

أثر الورقة leaf trace
منطقة من النسيج الوعائي تتفرّع من نسيج لتصبح العِرق المركزي للورقة.

إثناعشري duodenum
القسم الأول للمعى الدقيق، حيث تفكّك العصارات الهضمية الدهون والبروتين والنشاء.

أجْنحة غِمْديّة elytra
الأجنحة الأمامية المتصلّبة للخنافس وبعض البقّيات، والتي تحمي الأجنحة الخلفية.

أجهزة محيطية peripherals
قطع من الأجهزة الحاسوبية، كلوحة الملامس أو الفارة، تقع خارج الصندوق الذي يحتوي على الدوائر الرئيسية للحاسوب.

آح albumen
المادة البيضاء في البيضة، تزوّد المُضْغَة بالماء والبروتينات وتدعم المُحّ.

احترار عالمي global warming
ارتفاع في معدّل درجات الحرارة في العالم يعزو العلماء سببه إلى ظاهرة الدفيئة.

احتراق combustion
المصطلح العلمي لكل أشكال الاحتراق.

احتكاك friction
القوة التي تنزع إلى التخفيف من حركة الأجسام التي تلامسها.

إحساس sensation
إدراك المخلوقات لما يحيط بها أو لحالتها الداخلية، كما يفسّرها الدماغ. مثال ذلك الرؤية أو الألم.

أحْقاب eras
التقسيمات الرئيسية الأربعة للزمن الجيولوجي: ما قبل الكمبري: 4,600-545 مليون سنة خلت، الباليوزوي: 545-250 مليون سنة خلت، الميزوزوي: 250-55 مليون سنة خلت، السينوزوي: من 55 مليون سنة خلت إلى الآن.

إحليل urethra
فتحة في الجسم يحرَّر عبرها البول من المثانة.

اختصاصي الزلازل seismologist
العالِم الذي يدرس الهزّات الارضية.

أخدود بحري trench
وهدة طويلة وعميقة ومنحدرة الجوانب في قاع المحيط، تتشكّل عند الحدّ الانهدامي.

إخْصَاب (تلقيح) fertilization (conception)
اتحاد الخلايا الجنسية المذكّرة والمؤنثة لتشكيل الخلية الاولى لفرد جديد.

إخْصَاب خارجي external fertilization
إخصاب البيوض بالنطاف خارج جسم الأنثى.

إخصابٌ داخليّ internal fertilization
إخصاب البيوض بالنِطاف والذي يحدث داخل جسم الأنثى.

أخْمصي المشية plantigrade
حيوان، كالدب، يمشي على الجانب السفلي لكامل قدمه.

اداة قَرْن الشحنة charge - coupled device
قطعة الكترونية حسّاسة للضوء، توجد على سبيل المثال في كاميرا الفيديو، تقوم بتوليد إشارات كهربائية.

أدَمَة dermis
الطبقة السفلية الثخينة من الجلد أسفل البشرة.

أدَمَة تحتيّة exodermis
طبقة خلايا صلبة موجودة على جذر النبات الهرم.

ادينوزين ثلاثي الفسفات ATP (adenosine triphosphate)
مادة كيميائية تحتوي على ثلاث مجموعات فسفاتية تخزّن الطاقة المحرَّرة بالتنفس الهوائي.

ادينوزين ثنائي الفسفات ADP (adenosine diphosphate)
مادة كيميائية تحتوي على مجموعتي فسفات ينتجان عن تفكّك الأدينوزين ثلاثي الفسفات (ATP) وتحرير الطاقة.

أذناب الخيل (كُنْباثات) horsetails
نباتات وعائية تنتج الأبواغ في مخاريط وليس في بذور.

أُذَيْنان atria
الغرفتان العلويّتان للقلب.

آراد runners (stolons)
سوق جانبية طويلة تستخدم للتكاثر النباتي من قبل بعض النباتات، كالفراولة (الفريز).

ارتباط تشعّبي hyperlink
قطعة من نصّ أو صورة على صفحة وب ترتبط بصفحة أخرى عند النقر عليها.

ارتباط فِلزّي metallic bonding
الطريقة التي ترتبط فيها ذرّات العناصر الفلزية - متماسكة في شبكة منتظمة من الكاتيونات الفلزية مع الكترونات حرة تسري بينها.

ارتفاع altitude
العلوّ عن سطح البحر.

إرجاع reduction
تفاعل كيميائي تفقد فيه مادة اكسجيناً، او تكسب هيدروجيناً أو الكترونات.

أرجل جانبية parapodia
أشفاع من الاستطالات غير المتمفصلة على جوانب بعض الحيوانات، كالديدان الهلبية، تنثني بغرض السباحة.

أرجل كاذبة pseudopodia
بروزات تتشكل بصورة مؤقتة في أجسام الحيوانات الوحيدة الخلية لتمكينها من الحركة والتغذّي.

أرْحاء (أضراس) molars
مجموعة الاسنان العريضة الكليلة المربعة الواقعة عند مؤخرة الفك. تستخدم لسحق الطعام وطحنه، خصوصاً عند العواشب.

أرحاء أمامية premolars (bicuspids)
أسنان مربّعة كليلة تقع بين الأنياب والأرحاء، تستخدم في سحق الطعام وطحنه.

أرصاد جويّة Meteorology
العلم الذي يختص بالطقس والمناخ.

أرغون argon
غاز خامل يستخدم لملء المصابيح.

أرُومات لاسعة cnidoblasts (thread cells)
خلايا متخصّصة على مجسّات بعض المخلوقات كشقائق البحر، تستخدم في التقاط الطعام.

إزالة التأيُّن deionization
طريقة لتنقية الماء بترشيحه عبر راتنج التبادل الايوني، حيث تُزال الأيونات المسبّبة للتلوّث بمبادلتها مع أيونات في الراتنج.

إستبانة resolution
درجة التفصيل في الصورة.

استتباب homeostasis
التنظيم الطبيعي لحالة الكائن الحيّ الداخلية، كدرجة حرارته وتوازنه الكيميائي.

استجابة ضوئية photoperiodism
استجابة النبات للنمو فقط إذا توفر له الضوء لمدة زمنية معينة (الدورة الضوئية).

إسترات esters
سلسلة متماثلة تنتج من تفاعل الحموض الكربوكسيلية مع الكحول. لروائحها شذا الثمار والأزهار.

استشراب chromatography
فصل المواد في خليط عن طريق سرعة تحرّكها عبر وسط أو على طوله، كورق الترشيح.

استنساخ cloning
إنتاج نسخة مطابقة من كائن حي. تسمّى النسخة مُسْتَنْسخاً.

استنشاق inhalation
عمليّة الشهيق.

استوائي equatorial
إقليم مناخي يكون دائماً حارّاً ورطباً، ويحتوي في الأغلب على غابات مَطيرية (استوائية).

استيلاد انتقائي selective breeding
استيلاد موجَّه للكائنات الحية لإنتاج أفراد ذوي صفات مرغوبة، كالقدرة على الاحتمال مثلاً.

أسدية stamens
الأعضاء التكاثرية الذكرية عند النبات.

أسطوانة وعائية vascular cylinder
حلقة النسيج الوعائي الموجودة في سوق النباتات الثنائية الفلقة الهرمة، تتشكل عندما تتحد الحزم الوعائية.

أسلحة نووية nuclear weapons
قنابل تسبِّب انفجارات مدمِّرة واسعة نتيجة تحرُّر الطاقة من التفاعلات النووية غير المتحكَّم بها.

اسم البروتوكول protocol name
الجزء الأول من محدِّد الموارد المنتظم (URL)، الذي يأمر الحاسوب أيّ بروتوكول يستخدم. انظر، مثلاً، بروتوكول نقل النصوص (http).

اسم بيولوجي biological name
اسم لاتيني من قسمين يستخدم لتصنيف الكائنات الحية. يدلّ القسم الأول على الجنس، ويدل القسم الثاني على النوع.

اِسْم جَنِيسي generic name
القسم الأول للاسم البيولوجي، يُظهر جنس الكائن الحيّ.

اسم الميدان domain name
قسم من عنوان الإيرل URL يحدِّد موقعاً معيَّناً على شبكة الوب.

أسناخ alveoli
أكياس دقيقة عند نهاية القُصَيْبات في الرئتين، تتم فيها عملية التبادل الغازي مع الدم.

أسناع metacarpals
عظام اليد.

أسنان دائمة permanent teeth
المجموعة الثانية من الأسنان عند البالغين والتي لا يبزغ غيرها إذا فقدت.

أسّ هيدروجيني pH
شدّة حمض أو قاعدة معبَّراً عنها برقم على سلَّم مدرَّج من 0 (شديد الحمضية) إلى 14 (شديد القلوية).

أشجار مُغْبِلَة deciduous trees
الأشجار التي تسقط أوراقها في الخريف.

أشعار شميَّة olfactory hairs
أشعار بالغة الصغر تتدلَّى من سقف التجويف الأنفي. وهي عبارة عن تغضُّنات الخلايا الشمية.

إشعاع radiation
طاقة كهرمغنطيسية ترتحل في موجات، أو الطاقة المنطلقة بواسطة موادّ مشعَّة.

إشعاع ألفاوي alpha radiation
تيّار من جسيمات ألفا.

إشعاع بيتا beta radiation
تيار من جسيمات بيتا.

إشعاع تحت الأحمر infrared radiation
موجات كهرمغنطيسية تصدر عن أيِّ شيء حارّ.

إشعاع شمسي solar radiation
إشعاع كهرمغنطيسي تبثّه الشمس، يتألَّف من أشعة فوق بنفسجية وضوء مرئي وأشعة تحت حمراء.

إشعاع فوق بنفسجي ultraviolet radiation
موجات كهرمغنطيسية تقع تماماً وراء الطرف البنفسجي لطيف الضوء المرئي.

أشعَّة rays
1. أسهم مستقيمة تُستخدم في مخطط لتبيان اتجاه انتشار موجات الضوء. 2. في زعنفة السمكة، العيدان العظميَّة أو الغضروفية الداعمة المرتَّبة في شكل زعنفة.

أشعة سينية X-rays
موجات كهرمغنطيسية ذات طول موجي قصير وتردد عال يمكنها اختراق معظم المواد الطريَّة ولكن باستثناء المواد الكثيفة الصلبة.

أشعَّة غاما gamma radiation (gamma rays)
الموجات الكهرمغنطيسية ذات الطول الموجي الأقصر والتردد الأعلى. وهي تنبعث من المواد المشعَّة.

أشَنَة lichen
عضويَّة مؤلفة من طحلب وفطر يعيشان في علاقة تكافلية.

أشواك quills
أشواك طويلة واقية على أجسام بعض الحيوانات، كالشَّيْهم مثلاً.

إصبع digit
في علم التشريح، إصبع اليد أو القدم.

إصْبَعيّ المِشْية digitigrade
حيوان، مثل الكلب، يمشي على الجانب السفلي لأصابعه.

أضداد antibodies
مواد كيميائية تطلقها بعض خلايا الدم البيضاء لتدمير الجراثيم.

أضراس العقل wisdom teeth
المجموعة الأخيرة من الأضراس الطواحن التي تبزغ، وهي موجودة عند مؤخرة الفك.

اضمحلال إشعاعي radioactive decay
العملية التي تقذف فيها النواة جسيمات على شكل إشعاع، فتتحول إلى نواة لسلسلة من العناصر المختلفة، حتى تبلغ مرحلة الاستقرار.

أطوار (أوجه) phases
الأشكال المختلفة الناتجة عن الجزء المشمس من الجانب الأقرب للقمر عند دورانه حول الأرض. مثال ذلك الهلال.

إعادة المعالجة (تدوير) recycling
جعل المواد، كالمعادن مثلاً، قابلة للاستعمال ثانية بمعالجتها بطرق مختلفة.

اعتيان sampling
في التسجيل الرقمي، قياس للتيار الكهربائي، ممثلاً لموجة صوتية نظيرية، عند نقاط مختلفة، لبناء تمثيل رقمي للموجة.

أعْراس gametes
خلايا جنسية مذكَّرة أو مؤنَّثة.

أعصاب nerves
حبال تحتوي على حزم من الألياف العصبية. تحتوي الأعصاب الحسية على ألياف عصبية حسية، وتحتوي الأعصاب الحركية على ألياف عصبية حركية، أما الأعصاب المختلطة فتحوي مزيجاً منهما.

إعصار مداري tropical cyclone
عاصفة عنيفة تسبِّبها التيّارات المحيطية الدافئة.

أعضاء التفريغ excretory organs
الأعضاء التي تعالج إزالة الفضلات من الجسم.

أعضاء التنفُّس respiratory organs
الأعضاء المسؤولة عن عملية التنفس، كالرئتين أو الغلاصم مثلاً.

أعْوَر caecum
حجرة موجودة في أجسام معظم العواشب، تحتوي على بكتيريا تفكك السِّلولوز.

اغْتذاء بالترشيح filter feeding
الاغتذاء بتصفية النباتات أو الحيوانات البالغة الصغر من الماء.

أغذية مُسَاعِدة accessory foods
المواد التي تُعين الجسم على العمل بشكل صحيح، أي الفيتامينات والمعادن والماء.

إفجيج محيطي (وادٍ خسفي) rift valley
نوع من الوديان يتشكَّل عندما تنهار المنطقة الصخرية الموجودة بين صدعيْن بفعل ابتعاد الألواح عن بعضها.

إفراغ excretion
إزالة مواد الفضَلات من الجسم.

أفعال إراديَّة voluntary actions
أفعال، كرفع الكوب مثلاً، يتم التحكُّم فيها بوعي عن طريق الدماغ.

أفعال لا إراديَّة involuntary actions
أعمال لا يتحكَّم فيها الدماغ بوعي، كالهضم مثلاً.

اقتفاء مشعّ radioactive tracing
تقنية طبية تستخدم لتعقّب مادة عبر جسم المريض بإضافة عناصر مشعة إليه.

إقلاع وهبوط عموديَّان VTOL
هو للطائرة، الهبوط والإقلاع العموديان. لاتحتاج الطائرات التي لها هذه الميزة إلى مدارج للهبوط والإقلاع.

إقليم مداريّ tropical region
منطقة مناخية تكون دافئة طوال السنة ولها فصلان: جافّ ورطب.

إقليم معتدل temperate region
إقليم مناخي تهطل فيه الأمطار طوال السنة وتتغير درجات حرارته بتغير الفصول.

إقليم مُناخي climatic region
منطقة كبيرة من الكرة الأرضية يكون الطقس فيها متشابهاً على العموم.

أقْمار غاليليو Galilean moons
الأقمار الأربعة الكبار للمشتري، وهي: غانيميد وأيو وكاليستو وأوروبا.

أقنية هلالية semicircular ducts
أقنية توجد داخل القنوات الهلالية، تحتوي على الأنبولات.

أكّال corrosive
مصطلح يصف مادة، حمض قوي عادة، تحرق الجلد أو سطح الجسم.

actinides (radioactive rare earth metals)
أكتينات مجموعة جزئية من الفلزّات الانتقالية الداخلية ذات الخصائص الإشعاعية.

أكسجين oxygen
غاز يوجد في الغلاف الجوي للأرض، يعتبر ضرورياً للتنفس الهوائي (الحيهوائي) في النباتات والحيوانات وللاحتراق.

أكسَدة oxidation
تفاعل كيميائي تتَّحد فيه مادة مع الأكسجين، أو تفقد فيه هيدروجيناً أو الكترونات.

أكسيد oxide
مركَّب مؤلَّف من أكسجين وعنصر آخر.

أكسيد الهيدروجين hydrogen oxide
الاسم الكيميائي للماء.

أكسي هيموغلوبين oxyhaemoglobin
مادة كيميائية حمراء متألقة تتشكل نتيجة اتحاد الهيموغلوبين الموجود في خلايا الدم الحمراء مع الأكسجين. وعندما يُطلق الأكسجين إلى الجسم، يتحوّل الأكسي هيموغلوبين ثانية إلى هيموغلوبين.

إكْليل corona
طبقة غازية منخفضة الكثافة حول الشمس، تشاهد خلال الكُسوف الكلي للشمس.

التصاق adhesion
انجذاب جزيئات مادة لجزيئات مادة أخرى ملاصقة لها.

الْتِهاب اللثّة gingivitis
مرض يصيب اللثة مسبّباً نَزْفَها.

الكانات alkanes
طائفة متماثلة من الهيدروكربونات المُشْبَعَة لها الصيغة العامة C_nH_{2n+2}. فالإيثان مثلاً صيغته C_2H_6.

ألكترود electrode
في التحليل الكهربائي، موصِّل يدخل عبره تيار إلى الكتروليت أو يخرج منه.

الكتروليت (كهرل) electrolyte
مادة مُنصهرة أو مذابة تستطيع توصيل التيار الكهربائي.

الكترون electron
جسيم سالب الشحنة يوجد حول نواة الذرة.

الكترونيّات electronics
استخدام المكوِّنات الالكترونية للتحكم في سريان التيار حول دارة، فتقوم بمهمات خاصة.

ألكينات alkenes
طائفة متماثلة من الهيدروكربونات غير المُشْبَعة لها الصيغة العامة C_nH_{2n}. فالإيثين مثلاً صيغته C_2H_4

ألواح plates
قطع الغلاف الصخري للأرض التي تطفو فوق نطاق الانسياب.

ألوان أوّلية (ألوان أساسية) primary colours
الألوان التي يمكن منها صنع كافة الألوان. والألوان الأساسية للضوء هي الأحمر والأخضر والأزرق. والألوان ذات الأصباغ هي الماجنتا والأصفر والسيان.

ألوان طيفية chromatic colours
جميع ألوان طيف الضوء المرئي.

ألوان لا طيفية nonchromatic colours
ألوان كالبنّي والماجنتا لا توجد في الطيف المرئي للضوء.

ألوان لا لونيّة achromatic colours
الأسود والأبيض وتدرّج الرمادي بينهما.

ألياف تركيبيّة synthetic fibres
ألياف، كالنيلون، تنتج اصطناعياً بواسطة سحب اللدائن (البلاستيك) إلى خيوط دقيقة.

ألياف عصبية nerve fibres
الخيوط التي تؤلّف جسم خلية العَصَبون.

ألياف عضلية muscle fibres (myofibres)
خلايا طويلة عصويّة الشكل تؤلّف النسيج العضلي.

ألياف النَّفْض البطيء slow-twitch fibres
ألياف عضلية مخطّطة تتقلّص ببطء، وقد تعمل لفترة زمنية طويلة دون أن تتعب.

ألياف النَّفْض السريع fast-twitch fibres
ألياف العضلة المخطّطة التي تتقلّص بسرعة، وتنفض لفترات قصيرة.

أليل allele
أيٌّ من الأشكال المختلفة التي يظهر فيها الجين. فمثلاً تكون لجين لون العين أليلات زرقاء وخضراء.

إماهة (تميُّه) hydration
العملية التي يندمج فيها الماء كيميائياً مع مادة أخرى.

أمبير ampere
وحدة التيار الكهربائي.

إمساكيّ prehensile
مصطلح يصف جزءاً من حيوان مكيَّف بشكل خاص للإمساك.

أمشاط القدم metatarsals
عظام القدم.

أمونيا ammonia
غاز لا لون له شديد الرائحة، يستخدم على نطاق واسع في صنع حمض النتريك.

أنابيب هوائية tracheoles
أنابيب بالغة الصغر تنقل الغازات إلى ومن الخلايا في جسم الحشرة.

أنبوبا فالوب Fallopian tubes
الأنبوبان اللذان ينقلان البويضة إلى الرحم أثناء الإباضة.

أنبوبة internode
منطقة في ساق أو غصن النبات، توجد بين عُقدتَيْن.

أنبوب منخليّ sieve tube
خلايا تنقل المائع في اللحاء.

أنبوب نانويّ nanotube
ليف مجهري ذو تصميم خاص يصنع من الغرافيت.

أنبوب نفثي hyponome
أنبوب قمعي الشكل يوجد على أجسام بعض الحيوانات كالأخطبوطات مثلاً، تنفث منه الماء لدفع نفسها.

أنْبُولات ampullae
انتفاخات في القنوات شبه الدائرية للأذن، تحتوي على القُدَيْحات.

أنْبُولات لورنزي ampullae of Lorenzi
حجرات صغيرة في رأس سمك القرش تسمح له بكشف النبضات الكهربائية التي تصدرها الكائنات الأخرى.

إنْتَاش germination
المرحلة في نمو البذرة إلى بادرة عندما يخترق رِئْدُها وجُذَيْرها غلاف البذرة.

انتثار dispersal
في علم النبات، تبعثر البذور بعيداً عن النبتة الأمّ.

إنْتِشار diffusion
انتشار غاز لملء حيِّز متوفِّر.

إنتحاء (توجّه) tropism
استجابة النبات للمنبِّه. في الانتحاء الموجب، ينمو النبات باتجاه المنبِّه؛ أما في الانتحاء السالب فينمو بعيداً عنه.

إنْتِحاء أرْضيّ geotropism
استجابة الجذور للجاذبية، فتنمو نزولاً إلى الأسفل نحو التربة، قرب المعادن والماء.

إنتحاء ضوئي (توجّه ضوئي) phototropism
استجابة النبات ينعطف بموجبها لمواجهة الضوء.

إنتحاء لمسيّ haptotropism
استجابة النبات للّمس.

إنتحاء مائيّ hydrotropism
استجابة الجذور للماء، وذلك بنموّها باتجاهه.

إنتراسيت anthracite
الشكل العالي النقاوة للفحم الحجري، يحتوي على أكثر من 90% كربون.

أنترنت internet
شبكة حاسوبية ضخمة تربط الحواسيب في كل أنحاء العالم.

إنتشار صُغْري micropropagation
طريقة لتنسيل النبات من خلايا مأخوذة من إحدى مناطق النموّ.

انتفاخ (اكتناز) turgor
حالة النبات عندما تمتلىء فجوات خلاياه بالنُّسْغ، الأمر الذي يجعله ينتصب بثبات.

انتقال الغذاء translocation
حركة الموائع داخل النبات.

انْجِراف قاريّ continental drift
الحركة البطيئة للقارات التي يسبِّبها الانزياح التدريجي للألواح الأرضية.

انحلال السيتوبلازما plasmolysis
انكماش فجوات الخلية بعيداً عن السيتوبلازما بسبب فقدان الماء.

اندماج نووي nuclear fusion
ارتباط نواتين صغيرتين لتشكيل نواة أكبر، ما يحرِّر كميات كبيرة من الطاقة.

إنْزيم enzyme
حفّاز يُسرِّع التفاعل الكيميائي في الكائنات الحية.

أنسجة قَسُومة قميَّة apical meristems
باحات النموّ الرئيسية في النبات، تقع عند أسَلات الأغصان والجذور.

إنْسِلاخ ecdysis
العملية التي يطرح فيها الحيوان مفصليُّ الأرجل قُشَيْرته الخارجية الضَّيِّقة لاستبدالها بأخرى جديدة أكبر.

أنْسولين insulin
هرمون يخفِّض مستوى الغلوكوز في الدم.

انسيابيَّة streamlining
طريقة لتصميم المركبات تسمح للهواء بالتدفق فوقها في خطوط انسيابية، الأمر الذي يقلِّل السَّحْب.

انشطار ثنائي binary fission
شكل من التكاثر اللاجنسي عن طريق الانشطار إلى نصفَيْن متطابقين.

انشطار غير كامل incomplete fission
شكل من الانشطار المتعدِّد يوجد في بعض المخلوقات كالمرجان، تبقى فيه الأفراد الجديدة مرتبطة بأبَوَيْها.

انشطار متعدِّد multiple fission
شكل من التكاثر اللاجنسي تنشطر فيه عضوية بسيطة بصورة دائمة إلى شطرين متماثلين.

انشطار نوويّ nuclear fission
انفلاق غير ملجم لنواة الذرّة إلى نواتين جديدتين أو أكثر، ما يؤدي إلى تحرير كميات كبيرة من الطاقة.

انعراج (حُيود) diffraction
الانحناء الذي يصيب موجة عند اصطدامها بعائق أو مرورها عبر فرجة.

انعكاس reflection
تغيُّر في اتجاه موجة بسبب ارتدادها عن حدٍّ بين وسط وآخر.

انعكاس مُنْتَثِر diffuse reflection
الانعكاس الذي ترتدُّ فيه الموجات المتوازية عن الجسم في اتجاهات متعدِّدة.

انعكاس منتظِم (مرآوي) regular reflection
انعكاس تكون فيه للموجات الساقطة المتوازية موجات منعكسة متوازية.

انقراضات جَماعية mass extinctions
خمس محطّات في تاريخ الأرض الغابر انقرضت خلالها أعداد ضخمة من الكائنات الحية في فترات زمنية قصيرة جداً.

انقسام تفتُّلي (خيطيّ) mitosis
نوع من الانقسام الخلوي تنقسم فيه النواة إلى نوى وليدة، تحوي كلّ منها نفس العدد من الصبغيّات الذي تحويه النواة الأصلية.

انقسام سيتوبلازمي cytokinesis
انقسام السيتوبلازما الذي يحدث بعد الانتصاف أو الانقسام التفتّلي.

انقسام منصِّف (انتصاف) meiosis
نوع من الانقسام الخلوي تنقسم فيه الخلية الجنسيّة إلى خليّتين جديدتين، تحوي كلّ منها نصف صبغياتها.

إنْكاز dehydration
العملية التي ينزع الماء فيها من مادة ما، غالباً بواسطة الحرارة.

انكسار refraction
التغيُّر في اتجاه موجة بسبب انتقالها إلى وسط تكون فيه سرعتها مختلفة.

أنود anode
في التحليل الكهربائي، الالكترود ذو الشحنة الموجبة.

أنْوَدَة anodizing
طريقة لتغليف معدن بطبقة رقيقة من أكسيده باستخدام التحليل الكهربائي.

أنْياب canines (cuspids)
أسنان حادة تستخدم في تمزيق الطعام.

أنيلين aniline
مركّب عضوي موجود في قار الفحم، يستخدم في صنع الأصباغ

أنيون anion
أيون ذو شحنة سالبة.

أهداب cilia
1- أشعار بالغة الصغر على أجسام بعض الحيوانات المجهرية تضرب بها للخلف والامام لدفع نفسها. 2- أشعار دقيقة في أجسام مخلوقات أكبر، كتلك الموجودة على بطانة أنف الإنسان والتي تبقي الغبار والمخاط خارج الرئتين.

أوتار tendons
اربطة نسيجية متينة تربط العضلات بالعظام.

أوراق مثقوبة perfoliate leaves
أوراق مفردة أو زوجية تكون قواعدها مندمجة بساق النبتة.

أوردة veins
أوعية تنقل الدم إلى القلب.

أوردة رئوية pulmonary veins
أوردة تنقل الدم من الرئتين إلى القلب.

أوردة كلوية renal veins
أوردة تعيد الدم المصفّى من الكليتين إلى الجسم.

أوزون ozone
متغاير سامّ للاكسجين، يؤلّف طبقة الأوزون الواقية في الغلاف الجوي العلوي التي تمتص الإشعاعات فوق البنفسجية الضارة الصادرة عن الشمس.

أوْعية شَعْرية capillaries
أوعية دقيقة يمرّ فيها الأكسجين من الدم إلى الجسم حاملاً معه ثاني أكسيد الكربون والفضلات.

أوعية نُسْغيّة vessels
خلايا عمودية الشكل ليس لها جُدُر فاصلة توجد في النسيج الخشبي للنباتات المزهرة.

أوكسينات auxins
هرمونات النموّ التي تضبط استجابات النباتات للمنبّهات كالصنوبر.

أوّل أكسيد الكربون carbon monoxide
غاز سام له ذرة كربون واحدة وذرة أكسجين واحدة في كل جزيء.

أوّليّات protista
عضويات وحيدة الخلية تتشارك بصفاتها مع النباتات والحيوانات.

أوم ohm
وحدة المقاومة الكهربائية.

إياس menopause
مرحلة من الحياة، بين سني 40 و 55 عادة، تتوقف فيها مبايض النساء عن طرح البيوض وينقطع الطمث.

إيثان ethane
ألكان يحتوي على ذرّتي كربون، ينتج من النفط.

إيثانول ethanol
كحول رئيسي يُنتج بالتخمير أو بتفاعل الإيثين مع بخار الماء. يستخدم في المشروبات الكحولية وكمذيب في العطورات.

إيثين ethene
المركّب الأول في سلسلة الألكينات. وهو غاز عديم اللون طيِّب الرائحة يشكّل البوليثين بتفاعلات الضم.

ايرل URL (uniform resource locator)
العنوان الفريد لأيّ مستند على الانترنت، مثل http:// www.usborne.com/index.html

أيون ion
ذرّة أو مجموعة ذرّات اكتسبت شحنة كهربائية عن طريق اكتسابها أو فقدها لالكترون واحد أو أكثر.

(ب)

بُؤرَة focus
1- أيُّ نقطة تتجمّع فيها أشعة الضوء، أو تظهر وكأنها تتباعد منها. 2- النقطة التي ينهار الصخر عندها أولاً في الزلزال.

باسكال pascal (Pa)
وحدة الضغط في المنظومة الدولية، تساوي قوة نيوتن واحد بالمتر المربع.

باص bus
مسارات كهربائية تنقل المعلومات بين وحدة المعالجة المركزية والأجزاء الأخرى للحاسوب.

بالغ imago
الشكل البالغ لحشرة بعد خضوعها لعملية التحوّل.

بانجيا Pangaea
كتلة قارية عملاقة منفردة انشطرت قبل حوالي 225 مليون سنة، الأمر الذي أدّى إلى تشكل القارات الحالية.

بايت byte
مجموعة من ثماني بتّات من المعلومات.

بتّ bit (binary digit)
وحدة مفردة لمعلومة في كود ثنائي، أي 0 أو 1

بَذْراء داخلية endosperm
طبقة نسيج في بذرة تحيط بالنبات النامي وتغذّيه.

بُرائل barbs
شعيرات رفيعة متفرّعة من العراق المركزي للريشة.

براز (غائط) faeces
الفضلات شبه الجامدة المتخلّفة عن الهضم.

براعم ذَوْقيّة taste buds
بنيات صغيرة جداً في الحُلَيْمات، تحتوي على خلايا المستقبلات الذوقية. ترسل هذه الخلايا إشارات عن الموادّ الكيميائية في الطعام إلى الدماغ، الذي يفسِّرها كطعوم.

بَرْبَخ epididymis
عضو يشبه الفاصلة يقع فوق الحافة الخلفية لكل خصية ويخزّن المني.

بُرَّة caryopsis (grain; kernel)
ثمرة صغيرة جافة، يندمج الجدار فيها مع غلاف البذور.

بُرْعم bud
نمو صغير على جذع نبات، يتطور إلى غصن أو زهرة جديدين.

بُرْعُم إبْطي axillary bud
يسمى أيضاً برعم جانبي أو ثانوي. برعم ينمو عند الإبط.

بُرعم طرفيّ (برعم فتيّ) terminal bud
برعم ينمو عند نهاية ساق أو غصن نباتي.

بَرْق lightning
وميض ساطع يُشاهد عندما تجد الكهرباء الساكنة في سُحُب العاصفة مساراً توصيليّاً إلى سطح الأرض.

بُركان volcano
فوّهة على سطح الأرض تنشأ من انفجار الصهارة، تأخذ عادة شكل كومة مخروطية.

بُركان فائق supervolcano
بركان قوي هائل، قد يسبِّب ثورانه ضرراً بيئياً كبيراً.

برمائيّات amphibians
صفّ من الحيوانات ذات الدم البارد والجلد الطري، تعيش على اليابسة وفي الماء، من أمثلتها الضفادع.

برمجيّات software
البرامج التي يستخدمها الحاسوب، كنظامه التشغيلي أو الألعاب التي يلعبها الشخص عليه.

برنامَج program
مجموعة تعليمات مكوَّدة تأمر الحاسوب بتنفيذ مهمة معيَّنة.

برنامج MP3
برمجيّة لضغط البيانات تستخدم في إرسال ملفات الصوت على الإنترنت.

بروبان propane
وقود غازي ألكاني ذو ثلاث ذرّات كربونية في جزيئاته.

بروتوبلازم (جِبْلَة) protoplasm
المادة التي تتألف منها الخلايا، وتتكوّن من الغشاء الخلوي والنواة والسيتوبلازما.

بروتوكول protocal
في الحوسبة، النَسَق الذي ترسل فيه الرسائل بين الحواسيب.

بروتوكول نقل النصوص التفاعلية http (Hypertext Transfer Protocol)
البروتوكول المستخدم في شبكة الوب.

بروتون proton
جُسيم دون ذرّي موجَب الشحنة في نواة الذرة.

بروتينات proteins
بوليمرات طبيعية تتكوَّن من حموض أمينية. تنتج في الخلايا وهي ضرورية لنمو الحيوانات وترميم الأنسجة.

بُرَيْثلات (زَيْزاء) barbules
نتوءات معقوفة بالغة الصغر موجودة على بُرائل الريش، تتشابك معاً لربط البرائل بشكل مسطّح.

بريد الكتروني (e-mail (electronic mail
أسلوب لإرسال الرسائل عبر الإنترنت باستخدام الحاسوب.

بِساط tapetum
طبقة عاكسة في مؤخرة عيون الحيوانات الليلية، وبعض الأسماك، تقوم بجمع الضوء لمساعدتها على الرؤية.

بَسْتَرة pasteurization
عملية حفظ الطعام، وبخاصة الحليب، عن طريق إبادة الجراثيم بالحرارة.

بَشَرة epidermis

1- الطبقة الخارجية الرقيقة لنسيج نبات يافع. 2- الطبقة الخارجية للجلد.

البصريّات optics
العلم الذي يتناول بالدرس الضوء والبصر.

بَصَلة bulb
ساق قصيرة مكتنزة ومطمورة محاطة بأوراق حرشفية ممتلئة بالغذاء.

بَصَلة مركَّبة composite bulb
بصلة مؤلفة من مقاطع تدعى الفصوص، كل فص منها قادر على إنتاج نبتة مستقلة.

بطّارية battery
مصدر للطاقة الكامنة الكهربائية يتألف من خليّتين كهركيميائيّتين أو أكثر.

بطاقة card
في الحوسبة، لوحة دارة مطبوعة تركّب في شقّ على لوحة الدائرة الرئيسية للحاسوب، وهي تتحكّم في طريقة عمل قطع معينة من الأجهزة كالمرقاب.

بَطْن abdomen
1- منطقة في جسم الفقاريات تقع بين الحجاب الحاجز والحوض. 2- الجزء الخلفي من جسم حيوان ينتمي إلى مفصليّات الأرجل.

بطن الموجة trough
النقطة التي تولّد الموجة عندها أكبر إزاحة سالبة للوسط، وتظهر كنقطة منخفضة على مخطط الموجة.

بُطَيْنات ventricles
الحجرتان السفليّتان للقلب.

بُقعة macula
لطخة هلامية الشكل موجودة في الكُيَيس، تحوي حُصيّات الأذن (غبار التوازن).

البقعة الحمراء الكبرى Great Red Spot
عاصفة ضخمة تثور بصورة مستمرة في الغلاف الجوي لكوكب المشتري.

بقعة ساخنة hotspot
1- في الجيولوجيا، منطقة من الأرض يوجد فيها مقدار عظيم من النشاط البركاني. 2- في علم البيئة، منطقة تحوي أعداداً كبيرة من الأنواع المستوطنة.

بكتيريا (جراثيم) bacteria
مجموعة متغايرة من الكائنات الحيّة المجهرية الخالية من النوى الخلوية، يسبّب كثير منها المرض.

بَكَرة pulley
آلة ترفع أحمالاً ثقيلة بواسطة منظومة من الحبال الملتفّة حول عجلات مخدّدة.

بكسل pixel
مختصر عنصر الصورة picture element. نقطة أو مربع بالغ الصغر يؤلف جزءاً من الصورة على شاشة التلفزيون أو المرقاب.

بكمنسترفولرين buckminsterfullerene
شكل متغاير للكربون ذو جزيئات كروية تحتوي كل منها على 60 ذرة.

بلازما plasma
سائل أصفر باهت يشكّل أكثر من نصف محتوى الدم.

بَلْسار pulsar
نجم نيوتروني يرسل حزماً من الإشعاع التي تنبض عندما يدوّم.

بَلْعَمة phagocytosis
العملية التي تهضم من خلالها المتعضّيات الوحيدة الخلية طعامها، وذلك بتغيير شكل جسمها لابتلاعه. تعمل بعض خلايا الدم بهذه الطريقة لإبادة الجراثيم.

بُلعوم سفليّ hypopharynx
بنية لسانية في بعض الحشرات تستخدم لامتصاص السوائل.

بَلْمَرة (تماثُر) polymerization
عملية ترابط المونومرات لصنع البوليمرات.

بلّوْرَة crystal
مادة صلبة ذات شكل هندسي محدَّد وحوافّ مستقيمة وأوجه مسطّحة.

بلوغ (مراهقة) (puberty (adolescence
مرحلة من النمو، بين سني 8 تقريباً و 18 عاماً، عندما يتحوّل الطفل إلى بالغ.

بَلين baleen
صفائح ناسلة من عظم الحوت القرني في أفواه الحيتان تستخدم لتصفية الطعام.

بَنْد vane
السطح المنبسط للريشة، المؤلّف من تشابك البُرائل والبُرَيْثلات.

بنزين (غازولين) gasoline
وَقود سائل هام يستخلص بالتقطير التجزيئي للزيت الخام.

بنسلين penicillin
مضادّ حيوي هام يصنع من بعض أنواع الفطر.

بنكرياس pancreas
عضو يفرز العصارة البنكرياسية وغيرها من المواد الهامة، كالأنسولين.

بَهْمَة achene
ثمرة صغيرة جافّة تحوي بذرة واحدة.

بوّابة AND gate AND
بوابة منطقية تعطي خرجاً بقيمة 1 فقط عندما تكون قيمة كل من دخليها معاً 1.

بوّابة NOT gate NOT
بوابة منطقية يكون خرجها دائماً معاكساً للدخل.

بوابة OR gate OR
بوّابة منطقية تعطي خرجاً يساوي 1 إذا كان أيٌّ من دُخولها يساوي 1.

بوّابة منطقية logic gate
تشكيلة من الترانزستورات تستخدم لتنفيذ الحسابات في الدارات الالكترونية الرقمية.

بوكسيت bauxite
خام يستخلص منه الالمنيوم.

بَوْل urine
فُضالة تنتجها الكليتان، تتألّف من اليوريا والماء وأملاح سامّة.

بوليتين (متعدد الإتيلين) (polythene(polyethene
لدن متعدد الاستعمال مركّب من مونوميرات الإتيلين.

بوليمر (متماثر) polymer
مادة ذات جزيئات طويلة السلسلة، يتكون كلٌّ منها من كثير من الجزيئات الصغيرة التي تسمّى مونومرات (مواحيد).

بيئة (محيط) environment
المحيط الذي يعيش فيه الكائن الحي.

بَيْضة ovum
الخلية الجنسية الأنثوية للحيوان.

بَيْضَة مُسْتَغْلِقة cleidoic egg
بيضة ذات قشرة صلبة، تضعها بعض الحيوانات كالطيور والزواحف، تتغذى فيها المضغة من مخزون غذائي يدعى المُحّ.

بَيُوض oviparous
واضع البُيوض.

بُيَيْضات (بُذَيْرات) ovules
الخلايا الجنسية الأنثوية للنبات، التي تتطور إلى بذور بعد الإخصاب (التلقيح).

(ت)

تأبير (تلقيح) pollination
العملية التي يتم بموجبها إخصاب النبات. تحطّ حبيبة الطلع على المَيْسم وتشكّل أنبوباً طلعياً. ينمو الأخير نزولاً إلى المبيض ويدخل البُيَيْضة عبر ثقب صغير جداً يسمّى البُوَيْب (النُقْرة).

تأبير تَهْجيني cross-pollination
تأبير يُلقَح فيه أحد النباتات نباتاً آخر من نفس النوع.

تأبير ذاتيّ self-pollination
نوع من التأبير (التلقيح) يلقّح فيه النبات نفسه.

تاج crown
الجزء المرئي من السنّ.

تأجين eutrophication
نموٌ مفرط للطحالب في كتلة مائية بسبب المستويات العالية للنترات والمركّبات الأخرى الموجودة في الأسمدة.

تآكُل corrosion
العملية التي يُبلى من خلالها الفلزّ عندما يتفاعل سطحه مع الأكسجين والمواد الكيميائية الأخرى.

تاريخ بالكربون carbon dating
طريقة لحساب الزمن الذي انقضى على موت المادة الحيّة وذلك بقياس إشعاع الكربون -14 الحالي في العينة.

تبادُل أيونيّ ion exchange
طريقة تستخدم لإزالة عُسر الماء عن طريق تبديل أيونات الكالسيوم والمغنيزيوم المنحلة فيه بأيونات الصوديوم.

تبادُل غازيّ gaseous exchange
العملية التي تدخل فيها الغازات إلى جسم الكائن الحيّ وتخرج منه.

تَباطُؤ (deceleration (negative acceleration
تناقص في السرعة.

تَبَخُّر (تبخير) evaporation

1- العملية التي تنفلت من خلالها جزيئات سطح سائل إلى بخار. 2- طريقة لفصل مُذاب من مذيب بتسخين المحلول حتى يتحول المذيب إلى بخار.

تَبَرْعُم budding

أحد أشكال التكاثر اللاجنسي، يوجد في بعض المخلوقات كالهيدرات، التي تشكّل ناميات تدعى براعم لا تلبث أن تتساقط لتصبح أفراداً جديدة.

تبوّغ sporulation

المرحلة اللاجنسية لتناوب الأجيال التي تتحرر فيها الأبواغ.

تجارة الإنترنت e-commerce

الشراء والبيع عبر الإنترنت.

تجبير العظام osteopathy

مُعالجة طبية تتضمن منابلة العظام.

تجدّد regeneration

قابلية لإعادة نموّ أجزاء من الجسم أصابها التلف أو التخرّب.

تجزُّؤ fragmentation

شكل من التكاثر اللاجنسي يحدث في عددٍ قليل من الحيوانات، تنشأ فيه أفراد جدد من أجزاء أفراد آخرين.

تجهيزات hardware

مجموع القطع المؤلّفة للحاسوب، مثل الصندوق ولوحة الملامس.

تجويف أنفيّ nasal cavity

حيّز أجوف يوجد داخل الأنف.

تجويف حول حشويّ perivisceral cavity

تجويف جسمي مملوء بسائل يوسّد الأعضاء الداخلية في معظم الحيوانات.

تجويف لُبّي pulp cavity

المنطقة المركزية الليّنة للسن.

تَحَاتّ erosion

الحتّ التدريجي للصخر بواسطة الريح والماء.

تحاتّ التربة soil erosion

التلف والحتّ الذي يصيب التربة العليا بفعل الرياح أو المطر.

تحديد البصمة الوراثية DNA profiling

طريقة علمية تُستخدم لمقارنة عيّنات الدنا. يمكن استخدامها، على سبيل المثال، لتحديد هوية شخص ما من خلال عيّنة من دمه أو شعره.

تحديد الموقع بالصدى echo location

أي طريقة لتحديد موقع جسم بالتقاط صدى الموجات الصوتية المرتدّة عنه. انظر أيضاً سونار sonar ؛ المسح فوق الصوتي ultrasound scanning.

تَحَرٍّ وراثيّ genetic screening

البحث عن جينات في الحمض النووي الريبي لأشخاص، والتي يمكن أن تسبّب المرض لهم أو لأولادهم.

تَحْليل كهربائي (كهرلة) electrolysis

طريقة لتفكيك مركّب إلى عناصره بتمرير تيار كهربائي خلاله عندما يكون منصهراً أو في محلول.

تحوّل شكلي metamorphosis

مرحلة في دورات حياة بعض الحيوانات تحصل عندها تغيرات كليّة في أجسامها، مثل تحوّل اليُسروع (السُّرفة) إلى فراشة.

تحوّل كامل complete metamorphosis

نمط من التحول الشكلي يكون فيه الشكل اليافع مختلفاً جداً عن البالغ.

تحوُّل ناقص incomplete metamorphosis

نمط من التحوّل تبدو فيه الأفراد الصغيرة مشابهة للأفراد البالغة.

تحييد (تعديل) neutralization

تفاعل تلغي فيه إحدى المادتين المتفاعلتين خصائص المادة الأخرى بشكل كليّ أو جزئي. على سبيل المثال، عندما يتفاعل حمض مع قاعدة لإنتاج ملح وماء.

تَخَثُّر clotting

العملية التي بواسطتها يتوقّف انسياب الدم في منطقة مصابة نتيجة تشكل كتلة هلامية الشكل تدعى الخُثْرة.

تخصُّص specialization

تلاؤم متطوّر للخلايا والكائنات الحية لوظيفة معيَّنة أو للبيئة أو لنمط الحياة.

تَخَمُّر fermentation

تفاعل كيميائي يتفكّك فيه السكّر بواسطة الانزيمات لإنتاج الإيثانول وثاني أكسيد الكربون.

تداخُل interference

التأثير الذي يحدُث عند التقاء موجتَيْن أو أكثر.

تداخل بنّاء constructive interference

زيادة في السعة يمكن أن تنشأ عن تلاقي موجتَين.

تَدَاخُل هَدّام destructive interference

تناقص في السعة يمكن أن ينشأ عند التقاء موجتَيْن.

تَذَبْذب (اهتزّ) oscillate

يتحرك إلى الخلف وإلى الأمام بصورة منتظمة.

ترابيق trabeculae

شبكة متصالبة من البنيات المتغصنّة يتألّف منها العظم الإسفنجي.

ترانزستور transistor

مبدّل الكتروني يستخدم تياراً صغيراً للتحكّم في تيار أكبر.

تردّد frequency

عدد الموجات التي تمرّ في إحدى النقاط في ثانية واحدة، ويقدّر بالهرتز.

تردّد أساسي fundamental frequency

التردد الأكثر انخفاضاً في علامة موسيقية (نغمة).

ترسيب precipitation

1- المطر أو القِطْقِطْ أو الثلج أو البَرَد. 2- في الكيمياء، تكوّن الرُّسابة.

تَرْشيح filtration

طريقة لفصل جُسَيمات صلبة من سائل عن طريق حجزها في مادة تسمح فقط للسائل بالمرور عبرها.

تَرْقُوَة clavicle

عظم الترقوة.

تركيب ضوئي photosynthesis

العملية التي يستخدم فيها النبات الطاقة من أشعة الشمس لصنع الغذاء من الماء وثاني أكسيد الكربون.

تِرْمستور (مُقاوم حراري) thermistor

مقاوم يعطي مقادير مختلفة من المقاومة، وذلك تبعاً لدرجة الحرارة.

ترميز بيولوجي biological key

طريقة للتعرف على أنواع كائن حي بطرح سلسلة من الأسئلة حوله، تُعرض غالباً على شكل مخطط شجري.

ترميز ثنائي التفرُّع dichotomous key

ترميز بيولوجي يوجد فيه خياران اثنين فقط عند كل مرحلة.

تزاوُج mating

الاقتران بعضو من نفس النوع بهدف إنجاب الصغار.

تَسَارُع acceleration

التغير في السرعة المتّجهية لجسم، أي التغير في سرعته أو في اتّجاهه.

تسامٍ (تصعيد) sublimation

تغيُّرٌ من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة.

تسجيل الدخول log on

الارتباط بشبكة الإنترنت أو بمخدّم الشبكة.

تسجيل صوتي كامل perfect sound reproduction

تسجيل صوتي يتردَّد دائماً بالطريقة نفسها التي تكوّن فيها بالبداية.

تسجيل عالي الأمانة high-fidelity recording

تسجيل صوتي يكون شبيهاً جداً بالأصل.

تَسَلْسُل الطاقة energy chain

طريقة، غالباً تصويرية، تُظْهِر كيف تتغيَّر الطاقة إلى أشكال مختلفة.

تَشَتُّت dispersion

انقسام الضوء إلى ألوان طيف الضوء المرئي.

تَشْخيص diagnosis

العملية التي يحاول الطبيب من خلالها تحديد مرض عن طريق تقصّي الأعراض التي يعاني منها المريض.

تشكّل بِكْري (عُذْري) parthenogenesis

تكاثر يحصل دون إخصاب من الذكر.

تَشْكيلة الكترونية electron configuration

عدد الالكترونات الموجودة في كل غلاف حول نواة ذرة ما.

تَصْفيق decantation

طريقة لفصل الجسيمات الصلبة من سائل بترك الجسيمات تستقر في القاع وصبّ السائل.

تَصْنيف classification

في البيولوجيا، طريقة لفرز الكائنات الحيّة إلى مجموعات، تقسّم بدورها إلى مجموعات أصغر.

تَصْنيف تقليدي classical taxonomy

تقسيم الكائنات الحية إلى خمسة عوالم: الفُراديّات، وحيدات الخلية، الفطور، النباتات، الحيوانات.

تصوير طِبيّ medical imaging

طرق تستخدم لفحص أحشاء المرضى بدون فتح أجسامهم، كالاستعانة بالأشعة السينية مثلاً.

تَصَيُّف؛ (سُبات صيفيّ) aestivation

مرحلة في دورات حياة بعض الحيوانات، تدخل فيها هذه الحيوانات في حالة تشبه النوم حفاظاً على حياتها أثناء فترة الجفاف.

تضمين modulation

إجراء يتم فيه مزج إشارات الصوت والصورة مع الموجات الراديوية (الموجات الحاملة) ما يمكّن من بثّها.

تَضْمين تَرَدُّدي frequency modulation

نوع من التضمين يتغير فيه تردّد الإشارات لمواءمة الموجة الحاملة.

تضمين سَعَوي amplitude modulation

نمط من التضمين تتغير فيه سعة الإشارات لتلائم الموجة الحاملة.

تَطَوُّر evolution

انظر نظرية التطوّر theory of evolution.

تَعَاقُب بيئي ecological succession

المواطن والمجتمعات المختلفة التي تحلّ محل بعضها بعضا عند تغيّر البيئة.

تَعْديل وراثي genetic modification
تغيير عضوية عن طريق تزويدها بجين الصفة المرغوبة المأخوذ من عضوية أخرى. يسمّى الغذاء المنتج بهذه الطريقة الغذاء المعدّل وراثياً.

تعدين mining
استخراج المعادن من الأرض واستغلالها.

تعدين مكشوف (سطحي) open cast mining
تعدين تستخرج فيه المعادن من قرب سطح الأرض، من دون حفر أنفاق أو آبار.

تعرُّض exposure
في التصوير الفوتوغرافي، كمية الضوء التي يسمح لها بالمرور عبر عدسة الكاميرا.

تعظُّم ossification
العملية التي تتحوّل من خلالها الهياكل الغضروفية الفتية إلى عظم قاس.

تغذية مرتدّة feedback
في الالكترونيات، العملية التي تعيد جزءاً من إشارة الخرج أو كلها إلى الداخل.

تَغصُّنات dendrites
ألياف عصبية تنقل المعلومات باتجاه جسم الخلية العصبونية.

تغلُّظ ثانوي secondary thickening
العملية التي تقوم بها النباتات المعمّرة، كالأشجار، بإنماء طبقة نسيجية جديدة لدعم نسيجها الأصلي.

تفاعل إرجاع - أكسدة redox reaction
تفاعل كيميائي تحدث فيه عمليّتا الإرجاع والأكسدة معاً.

تفاعل استبداليّ substitution reaction
تفاعل كيميائي تتفكّك فيه روابط بعض الجزيئات في مركّب مشبع، لتحلّ محلّ ذرّاتها ذرّات عنصر آخر.

تَفاعُل بالإزاحة displacement reaction
تفاعل كيميائي يستبدل فيه عنصر من عناصر المركّب بعنصر أكثر فاعلية.

تفاعل بالضمّ addition reaction
تفاعل كيميائي تَنْفَضّ فيه الروابط المزدوجة أو الثلاثية لمركّب غير مشبع وتتشكل روابط جديدة بذرات مختلفة.

تفاعل تركيبيّ synthesis reaction
تفاعل تتّحد فيه المواد لصنع مادة واحدة جديدة.

تفاعل التفكّك decomposition reaction
تفاعل يتفكّك فيه مركّب وحيد إلى المواد المكوِّنة له.

تفاعُل عَكُوس reversible reaction
تفاعل يمكن للنواتج فيه، تحت شروط مناسبة، أن تتفاعل ثانية لتشكّل المتفاعلات الأصلية.

تفاعل كيميائي chemical reaction
تفاعل بين مواد يُعاد فيه ترتيب ذرّاتها لتشكيل مواد جديدة.

تفاعل كيميائي ضوئي photochemical reaction
تفاعل كيميائي يصدر أو يمتص طاقة ضوئية.

تَفاعُل ماصّ للحرارة endothermic reaction
تفاعل كيميائي يتطلّب طاقة حرارية.

تَفاعُل مُصدِر للحرارة exothermic reaction
تفاعل كيميائي يطلق طاقة حرارية.

تفاعُليّة reactivity
ميل مادة ما إلى التفاعل مع مواد أخرى.

تفرُّس فوق صوتي ultrasound scanning
استخدام الموجات الصوتية العالية التردد لتشكيل صورة لداخل الجسم.

تفريسة التصوير بالرنين المغنطيسي MRI scanner
كاميرا تستخدم المغنطيسية والموجات الراديوية لصنع صور لمقاطع الجسم.

تَقَبُّل كهربائي electroreception
قدرة مُتعضّية على الاحساس بالكهرباء.

تَقْطير distillation
طريقة الحصول على سائل نقيّ من محلول بتجميع السائل عند تبخّره، ثم إتاحة الفرصة له بالتكثّف.

تَقْطير تَجْزيئي fractional distillation
إجراء يتم فيه عزل موادّ من مزيج بالغليان باستخدام عمود التجزئة.

تكاثُر reproduction
قدرة الكائنات الحية على إنتاج المزيد من أنواعها الحية.

تكاثر جنسي sexual reproduction
تكاثر يشمل ارتباط الخلايا الجنسية الذكرية والأنثوية.

تكاثر لا جنسيّ asexual reproduction
إنتاج كائن حيّ جديد من أب واحد.

تكاثر نباتيّ vegetative reproduction
نوع من التكاثر اللاجنسي تنمو فيه أجزاء من النباتات لتعطي نباتات جديدة.

تكافؤ (valency (combining power
عدد الالكترونات التي يجب أن تكسبها الذرّة أو تفقدها للحصول على غلاف خارجي مستقر.

تكتونيّة الألواح plate tectonics
دراسة حركة الألواح الأرضية وتأثيراتها.

تَكَثُّف condensation
1- عملية تبريد الغاز لتحويله إلى سائل. 2- قُطَيْرات السائل التي تتشكل عندما يبرد الغاز.

تَكْسير cracking
طريقة تحويل المركّبات العضوية ذات الجزيئات الكبيرة إلى مركّبات أكثر فائدة ذات جزيئات أصغر.

تكنولوجيا نانويّة nanotechnology
حقل من التكنولوجيا غايته صنع أجهزة على المستوى الذري أو الجزيئي.

تكيُّفات وقائية protective adaptations
صفات، تنشأ من الانتقاء الطبيعي، تساعد في درء الخطر عن المخلوقات.

تلسكوب انعكاسي reflector telescope
تلسكوب (مقراب) يَستخدم مرآة لجمع الضوء.

تلسكوب انكساري refractor telescope
تلسكوب (مقراب) يَستخدم عدسة لجمع الضوء.

تلسكوب راديوي radio telescope
تلسكوب يكشف النجوم البعيدة عن طريق جمع إشاراتها الراديوية.

تلفزة تفاعليّة interactive TV
بثّ تلفزيوني رقمي يتيح للمشاهدين التفاعل مع البرامج التي يشاهدونها، مثال ذلك، ترتيب جدول المشاهدة الخاص بهم.

تلفزة رقمية digital TV
بَثّ تلفزيوني يرسل البرامج على شكل إشارات كهربائية في كود ثنائي تحمله موجات راديوية.

تَلَم التفلّق cleavage furrow
تَضَيُّق قرب منتصف الخلية يقرصها حتى تنقسم.

تَماسُك cohesion
انجذاب الجزيئات لبعضها بعضاً أكثر من انجذابها لجزيئات مادة أخرى ملامسة لها.

تمعُّج peristalsis
التقلّصات العضلية في جدران السبيل الهضمي التي تدفع الطعام عبره.

تَمْويه camouflage
محاكاة أو أيٌّ من الميزات الأخرى التي تساعد الحيوانات على إخفاء نفسها.

تَناضُح osmosis
حركة جزيئات المذيب عبر غشاء شبه نفوذ، الأمر الذي يقلّل من تركيز المُذاب على الجانب الآخر من الغشاء حتى يتساوى التركيز على كلا الجانبين.

تناظر ثنائي الجانب bilateral symmetry
مصطلح يصف بنية جسم حيوان، وفيه يستطيع انقسام واحد فقط أن يولد نصفَيْن متطابقين.

تناظر شعاعيّ radial symmetry
مصطلح يصف بنية جسم حيوان ما يمكن تقسيمه إلى نصفين متطابقين بواسطة خطَّيْن أو أكثر من خطوط التناظر التي تشعّ من نقطة مركزية.

تنافُر repulsion
فعل دفع جسم ما بعيداً عن جسم آخر دون أن يحصل تماس بين الجسمين.

تناوُب الأجيال alternation of generations
عملية تحدث في الكثير من النباتات غير المزهرة، وفيها يتكاثر أحد الأجيال بطريقة جنسية ويتبعه جيل يتكاثر بطريقة لا جنسية.

تَنْبيذ centrifuging
تدويم سائل بسرعة كبيرة لفصل جسيمات صلبة معلّقة فيه.

تندرا tundra
1- مجتمع حيويّ ذو رياح قارسة ودرجات حرارة شتوية منخفضة. تكون تربته السفلية متجمّدة دائماً، الأمر الذي يمنع نموّ الأشجار فيه. 2- إقليم مناخي له هذه الخصائص.

تنزيل download
نسخ المعلومات الرقمية من مصدر رئيسي إلى جهاز خارجي، على سبيل المثال، من مخدِم الإنترنت إلى الحواسيب.

تنظيم الحرارة thermoregulation
العملية التي يحفظ فيها الحيوان جسده عند درجات الحرارة العالية.

تنفس (respiration (external respiration, breathing
عملية أخذ الأكسجين وإطلاق ثاني أكسيد الكربون. انظر أيضاً تنفس داخلي internal respiration.

تنفُّس داخلي internal respiration
العملية التي تفكّ فيها الحيوانات والنباتات طعامها باستخدام الأكسجين، ما يولِّد طاقة ويحرِّر ثاني أكسيد الكربون.

تَنَفُّس لا هوائيّ anaerobic respiration
تنفّس داخلي، تحوّل فيه العضلات الغلوكوز إلى طاقة بدون استهلاك للأكسجين.

تَنَفُّس هوائي aerobic respiration
تنفس داخلي يستهلك الأكسجين.

تنقّل (انتقال) locomotion
عملية تنقّل الحيوانات من مكان لآخر.

تَنْقية كهربائية electrorefining
طريقة لتنقية الفلزّات باستخدام التحليل الكهربائي.

تنوّع حيوي biodiversity
التنوّع الهائل للكائنات الحية على الأرض.

تَهْجين cross-breeding
تزويج حيوانات من أنواع مختلفة.

تهوية ventilation
التنفس.

تَوَازُن equilibrium
في الفيزياء، حالة الجسم عندما تكون القوى المؤثِّرة عليه متعادلة.

توتُّر سطحي surface tension
قوة تشدّ جزيئات سطح السائل إلى بعضها بعضاً.

توربين (عَنَفَة) turbine
آلة ذات عمود إدارة وأرياش، تُدار، على سبيل المثال، بقوّة الرياح أو التيار المائي. تُحوّل الطاقة الحركية إلى كهرباء.

توصيل conduction
طريق انتقال الطاقة الحرارية في جسم صلب عن طريق اهتزاز الجسيمات الساخنة للمادة الصلبة. 2- طريقة انتقال تيار كهربائي في مادة بواسطة حركة الالكترونات الحرّة.

تيّارات currents
1- أحزمة ضخمة من ماء المحيط تنساب في اتجاه معين.
2- أنظر تيار كهربائي electric current.

تيار الحَمْل convection current
سائل أو غاز بسبب الحمل الحراري.

تيّار كهربائي electric current
تدفق الجسيمات المشحونة كهربائياً.

تيار متناوب alternating current (AC)
تيار كهربائي يتغيَّر اتجاهه عدة مرات في الثانية.

تيّار مستمر direct current (DC)
تيار كهربائي يسري في اتجاه واحد فقط.

(ث)

ثابت الحرارة (ذو دم حارّ) warm-blooded
مصطلح يصف الحيوانات التي تستطيع الحفاظ على درجة حرارتها الداخلية ثابتة في معظم الظروف.

ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide
غاز له ذرة كربون واحدة وذرتي أكسجين في كل جزيء.

ثاني أكسيد الكبريت sulphur dioxide
غاز ملوِّث سام يتألف من الكبريت والأكسجين. يمتزج مع مياه الأمطار مسبباً المطر الحمضي.

ثدييّات mammals
صفٌ من الحيوانات الفقارية من ذوات الدم الحار والمغطّاة بالشعر، تُرضع صغارها اللّبن.

ثُغَيْرات stomata
ثقوب بالغة الصغر على الجانب السفلي للورقة تسمح للهواء والماء بالدخول والخروج عبرها.

ثقب أسود black hole
منطقة ذات جذب ثقالي عظيم لا يمكن للمادة أو الطاقة الإفلات منها، ويعتقد أنها تكوّنت بعد السدم العملاقة.

ثُمالة residue
الجسيمات الصلبة التي تتخلّف بعد عمليتي الترشيح أو التبخّر.

ثمرة تُفاحيّة pome
ثمرة زائفة، كالتفاح، ذات طبقة خارجية لحميَّة ثخينة ولبّ ذي بذور محتواة في جِرْو (عُلَيْبة).

ثمرة جافّة dry fruit
محافظ جافة تحمل البذور لحين نضوجها. مثالها، البندق.

ثمرة حقيقية true fruit
ثمرة، كالكرز، تتطوّر من المبيض.

ثَمَرة زائِفة false fruit
ثمرة، كثمار الفريز، تنشأ من كرسي الزهرة والمبيض.

ثمرة عُصارية succulent fruit
ثمرة ذات طبقات لحميَّة ثخينة يكون أكلها لذيذ المذاق غالباً.

ثَمَرة مركَّبة aggregate (compound) fruit
ثمرة، مثل توت العُلّيق، مؤلَّفة من كُريَّات لُبيَّة تسمى الحبّات، في كل منها بذرة واحدة.

ثمرة نَوَوِيّة drupe
ثمرة عُصارية، مثل الخوخ، ذات بذرة مفردة قاسية في الوسط.

ثنائيّات الحَوْل biennials
نباتات تكمل دورات حياتها في سنتين.

ثُنائيات الشُّرَف bicuspids
انظر الأضراس الأمامية premolars.

ثنائي الأرجل biped
حيوان يمشي على قدمَيْن.

ثُنائي الفَلْقة dicotyledon
نبات كالبسِلّى له فلقتان.

ثُنائيُّ القُطْب (مغنطيس جُزَيْئي) dipole (molecular magnet)
جزيء في مادة حديدية مغنطيسية يتصرَّف كمغنطيس بالغ الصغر.

ثَوَرَان eruption
بَثْق الصُّهارة إلى سطح الأرض عبر بركان.

(ج)

جاذبيّة gravity
قوّة الشدّ التي تجذب الأجسام إلى بعضها بعضاً.

جبال الطّي fold mountains
السلاسل الجبلية التي تتشكّل نتيجة دفع الالواح بعضها بعضاً فوق الوطاء.

جدار الخلية cell wall
الطبقة القاسية الخارجية لخلية النبات.

جُدَّة قاطعة dyke
قناة مملوءة بالصُّهارة تصل فوّهة البركان الرئيسية بالسطح.

الجدول الدوري periodic table
ترتيب منهجي للعناصر وفق تزايد أعدادها الذرية.

جذاذة سليكونية silicon chip (chip)
قطعة صغيرة من السليكون عليها دارة متكاملة منمّشة.

جَذامير rhizomes
سوق ثخينة تنمو بصورة أفقية تحت التربة، مولِّدة براعم وجذور جديدة.

جذر root
جزء من النبات ينمو في التربة، حيث يمتص الماء والمعادن ويثبِّت النبتة.

جَذرانيّات rhizoids
أعضاء قصيرة تُشبه الشعر تؤدي عمل الجذور في النباتات البسيطة، مثل الكَبديات.

جَذْرٌ جانبي lateral root (secondary root)
جذر صغير ينمو من الجذر الرئيسي للنبات.

جذر دِعاميّ prop root
نوع من الجذور الهوائية ينمو إلى الخارج من الساق ثم إلى الأسفل نحو التربة. يوجد غالباً في النباتات التي تنمو في أرض تحت الماء.

جَذْرٌ عَرَضي adventitious root
جذر نباتي ينمو مباشرة من بصلة أو من ساق مقطوع.

جَذْرٌ هوائي aerial root
نمط من جذور النبات لا ينمو عادة في التربة، بل يمتصّ الرطوبة من الهواء.

جَذر وتدي (جذر ابتدائي) tap root (primary root)
جذر نباتي كبير يحوي جذوراً أصغر تنمو منه.

جِذْع الدماغ brain stem
قسم الدماغ الذي يؤدي إلى الحبل الشوكي. يتحكّم في العمليات التلقائية، مثل التنفس.

جُذور ليفيّة fibrous roots
منظومة من الجذور النباتية الكثيرة المتساوية القدّ، تنتج عنها كلها جذور أصغر.

جُذَيْر radicle
جزء من جنين النبات يتطوّر إلى الجذر الابتدائي للنبات.

جرابيّات marsupials
مجموعة من الثدييّات، مثل الكوالا، لا تملك إناثها مشيمة وترضع صغارها داخل جراب خارجي.

جراثيم مثبِّتة للنتروجين nitrogen-fixing bacteria
جراثيم تحوّل الأمونيا في التربة إلى نترات.

جَرْس (طابع) timbre
نغمة خاصة تميِّز أداة موسيقية.

جِرمٌ سماويّ heavenly body
أيُّ جرم يوجد في الفضاء بشكل طبيعي.

جُرَيْبات follicles
وِهَاد عميقة في الجلد ينبت منها الشَّعر.

جزء fraction
في التقطير التجزيئي، مزيج مركّبات ينفصل عن بعضه بعضاً عند مستو معيّن في عمود التجزئة.

جُزَيء molecule
أصغر جسيم من عنصر أو مركَّب يمكن أن يوجد بذاته ويحافظ على خصائصه.

جزيئات فوّاحة odorant molecules
مواد كيميائية محمولة بالهواء تمتصها الأشعار الشميّة الموجودة في الأنف، ويفسِّرها الدماغ كروائح.

جُزيرات لانغرهانس ilets of langerhans
حُشود خلوية في البنكرياس تفرز الأنسولين والغلوكاغون.

جسْم ثَفَني corpus callosum
شريط ثخين من الألياف العصبية التي تربط نصفي الكرة الدماغية.

جسْم ثَمَريّ fruiting body
الجزء من الفطر الذي تتكوّن فيه الأبواغ.

جسم الخلية cell body
جزء العَصَبون الذي يحتوي على النواة.

جسم الطائرة fuselage
بدن الطائرة.

جسيمات باتشيني Pacinian corpuscles
مستقبلات الضغط الحسّاسة للضغط العميق في الجلد.

جُسَيْمات بيتا beta particles
إشعاع ينبعث كالالكترونات عالية الطاقة عندما يتحوّل النيوترون إلى بروتون في نواة مادة مشعّة.

جُسَيْمات حالة (يَحْلولات) lysosomes
متعضّيات تحوي أنزيمات قويّة لإبادة البكتيريا الغازية للخلية.

جُسَيْمات دون ذرية subatomic particles
جسيمات أصغر من الذرة، خصوصاً الجسيمات التي تتألّف منها الذرّات، كالبروتونات والالكترونات والنيوترونات.

جُسَيْمات مِيسنر Meissner's corpuscles
مستقبِلات في الجلد ترسل أحاسيس اللمس إلى الدماغ.

جُسَيْم ألفا alpha particle
تجمّع مؤلّف من بروتونَيْن ونيوترونَيْن يصدر عن نواة بعض المواد المشعّة.

جَلْب (خشب القلب) heartwood
الخشب القديم في قلب الشجرة يكون صلباً لدرجة لا تسمح له بنقل السوائل.

جِلْدي dermal
ما يتعلق بالجلد، أو بالطبقة السطحية لنبات أو حيوان.

جُلَيْدَة cuticle
الطبقة الخارجية الواقية والصامدة للماء في بشرة نبات أو حيوان.

جماع sexual intercourse (sex)
اتّصال للأعضاء الجنسية، يلج فيه القضيب المتصلّب المهبل، قاذفاً المني بداخله.

جماعة population
العدد الكلي لعضويات من نفس الأنواع تعيش في موضع خاص.

جناحيّة samara (key fruit)
بَهْمَة ذات أجنحة وَرَقانيّة، كثمرة القَيْقَب.

جنْس genus
أكبر قسم جزئي للفصيلة.

جنْكيّات ginkgo
أنواع قديمة من نباتات عاريات البذور ذات أوراق طرية مِروحية الشكل وأكواز لُبّيّة.

جنوب مغنطيسي magnetic south
نقطة على سطح الأرض يشير إليها القطب الجنوبي للمغنطيس.

جُنَيْح aileron
سطح تحكّمي على جناح الطائرة يستخدم في توجيه الانعطاف والانقضاض.

جَنين foetus
المُضْغَة بعد المراحل الأولى لنموّها في الرحم. على سبيل المثال، الجنين البشري غير المولود بعد شهرَيْن من الحمل.

جهاز system
في البيولوجيا، مجموعة الأعضاء التي تعمل معاً لغرض معيّن، مثاله الجهاز الهضمي.

جهاز بصري optical system
جهاز يستخدم مجموعة مؤتلفة من العدسات والمرايا لتوليد نمط خاص من الصور.

الجهاز البوليّ urinary system
الجهاز الذي يتحكّم في مستوى الماء والأملاح في الجسم. ويتألّف من الكليتَيْن والحالبَيْن والمثانة والإحليل.

الجهاز التناسليّ reproductive system
أجزاء من جسم العضويّة تستخدم في عملية التكاثر.

الجهاز الجلديّ integumentary system
الجلد والأظافر والشعر التي تحمي معاً الجسم من الأذى والعدوى وفقد الماء.

الجهاز الدهليزي vestibular system
مجموعة أعضاء في الجزء الباطن للأذُن تساعد الجسم في الحفاظ على توازنه. انظر القنوات الهلالية semicircular canals؛ القُرَيْبة utricle؛ الكييس saccule.

جهاز الدوران circulatory system
منظومة مترابطة من الشرايين والأوردة تنقل الدم في كامل جسم الحيوان.

الجهاز العصبي nervous system
الأعصاب والدماغ والحبل الشوكي.

الجهاز العصبي المحيطي peripheral nervous system
شبكة الأعصاب التي تنقل المعلومات من وإلى الجهاز العصبي المركزي.

الجهاز العصبي المركزي central nervous system
الدماغ والحبل الشوكي.

الجهاز العصبي المستقلّ autonomic nervous system
الجهاز العصبي الذي يتحكم في الأفعال اللاإرادية.

الجهاز اللمفي lymphatic system
شبكة الأنابيب والأعضاء التي تحتوي على اللمف، تساعد الجسم في مقاومة المرض.

الجهاز الهضمي digestive system
مجموعة الأعضاء التي تفكّك الطعام إلى موادّ أبسط.

جُهْد effort
القوة اللازمة لتشغيل آلة.

جوّ atmosphere
1- غلاف واق من الهواء حول الأرض يسمح للنباتات والحيوانات بالعيش. 2- الطبقة الغازية المحيطة بأي كوكب. 3- وحدة للضغط تمثل الضغط المعياري عند سطح البحر، وتساوي 101325 باسكال (رمزها atm).

جُوَبات lacunae
فجوات صغيرة جداً في العظم تشغلها الخلايا العظمية.

جَوْف دَمَوي haemocoel
نوع من التجويف حول الحشوي يحوي دماً، ويكون متصلاً بجهاز الدوران.

جوف طبلي (طبلة) tympanum
طبقة نسيجية رقيقة موجودة في معظم الحيوانات البرّيّة، تتيح السمع عندما تهتزّ استجابة للموجات الصوتية.

جَوْف عام coelom
تجويف حول الأحشاء يوجد داخل الصِفاق.

جُول joule (J)
وحدة الطاقة والشغل في منظومة الوحدات الدولية.

جين gene
شُدفة من حمض الدنا تحتوي على معلومة معينة لبناء قسم من الكائن الحي. والجينات هي أبسط الوحدات التي بواسطتها تنتقل صفات الآباء الجسدية إلى النسل.

جينات سائدة مشتركة co-dominant genes
زوج من الجينات، تنفّذ التعليمات الموجودة على كليهما.

جينات مرتبطة بالجنس sex-linked genes
جينات مُتنحيّة توجد فقط على الصبغي X.

جِيْن سَائِد dominant gene
عضو من زوج من الجينات يحمل تعليمة تنقض التعليمة التي يحملها الجين الآخر (المُتَنحّي).

جين متنحّ (طافر) recessive gene
عضو من زوج من الجينات يعطي تعليمات ينقضها الجين (السائد) الآخر.

جينوم (مَجين) genome
المجموعة الكاملة للحمض النووي الريبي المنقوص الأكسجين لكائن حي.

جيولوجيا geology
علم يبحث في أصل الأرض وبنيتها وصخورها ومعادنها.

(ح)

حاجز septum
جدار من النسيج العضلي يفصل شدفة عن الشدفة التي تليها.

حافريُ المَشْية unguligrade
حيوان يمشي على حوافره بواسطة رؤوس أصابعه، كالحصان.

حافظة المغنطيس keeper
قطعة معدن توضع بين نهايتي مغنطيس للمساعدة على إبقائه ممغنطاً.

حالات المادّة states of matter
الأشكال المختلفة التي قد تتواجد بها المادّة. والحالات الأساسية الثلاث هي الصلبة والسائلة والغازية.

حالب ureter
أنبوب يمرّ عبره البول من الكلية إلى المثانة.

حَالِق tendril
ورقة أو سويق خاص يشبه الخيط يلتف حول الدعامة أو يلتصق بها.

حبّات (ثُمَيْرات نووية) drupelets
كُرَيّات لحمية تكوّن ثمرة مركّبة. تحوي كل منها بذرة واحدة.

حبال صوتيّة vocal cords
عضلتان في صندوق الصوت (الحنجرة) تعملان معاً بانسجام أثناء الكلام، وتهتزان لتوليد الصوت.

حَبْل سُرّي umbilical cord
أنبوب يحتوي على شرايين ووريد، يصل الجنين بالمشيمة ويُقطع عند الولادة.

حبل شوكي spinal cord
حزمة ثخينة من الأعصاب تجري من الدماغ نزولاً في أقنية موجودة في العمود الفقري. تنقل النبضات (دُفعات) إلى كلّ أجزاء الجسم ومنها.

حَبْليّات chordates
شعبة حيوانات أجسامها مدعَّمة بقضيب قاسٍ يدعى الحبل الظهري.

حجاب (رَقّ) diaphragm
1- ملاءة عضلية مسطّحة أسفل الرئتين. 2- في الفيزياء، قرص رقيق داخل ميكروفون أو مجهار يهتزّ بنفس تردّد موجات الصوت المصطدمة به.

حجاج orbit
التجويف الذي تسكن فيه العين في الجمجمة.

حُجْرة صهارية magma chamber
حيّز تتجمّع فيه الصهارة تحت البركان.

حجم volume
مقدار الحيِّز الذي تشغله المادّة.

حد إنشائي constructive boundary
حدّ مسطّح حيث تتشكل قشرة جديدة.

حَدّ انهدامي (نطاق الاندساس) destructive boundary (subduction zone)
حدّ اللوح القاري حيث ينصهر لوح محيطي جزئياً عند تحرّكه تحت لوح قاريّ، مشكلاً أخدوداً بحرياً.

حَدَقة (بؤبؤ) pupil
فتحة في مركز العين تسمح للضوء بالدخول.

حَدُّ المُرُونَة elastic limit
النقطة التي تتبدل بعدها المادة المرنة بشكل دائم بعد مطّها.

حدود الألواح plate boundaries
هي المناطق التي تلتقي فيها حواف الألواح الأرضية.

حديدي مغنطيسيّ ferromagnetic
مصطلح يستخدم لوصف الفلزّات التي يمكن مغنطتها بسهولة.

حَرَاشف أدَمِيَّة dermal scales
صفيحات عظمية صغيرة منطمرة في جلد السمكة.

حركة براونية Brownian motion
حركة الجسيمات المجهرية، كالغبار، في السوائل والغازات، تسبِّبها التصادمات المتواصلة للجزيئات السريعة الحركة.

حَرْوَكة armature
ملف مسطَّح دوّار، مربع الشكل، يوجد في المحرك الكهربائي.

حُرَيرة calorie
وحدة الطاقة الحرارية، وتعادل كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة. تساوي 4.2 جول.

حَزازيّات bryophytes
نباتات بدون نسيج وعائي، كالحزاز والكبديّات.

حُزمة وعائية vascular bundle
واحدة من مجموعات خلايا النسيج الخشبي واللحاء الموجودة في السوق اليانعة.

حُزَيمات fascicles
الحزم التي تتجمع فيها ألياف العضلات.

حَشْد كُرَويّ globular cluster
تجمّع كروي مكتظّ بنجوم يصل عددها إلى مليون نجمة، وتتحرك بنفس السرعة ونفس الاتجاه.

حَشْد مبعثر open cluster
مجموعة من النجوم يتروّاح عدد النجوم فيها من دزّينات قليلة إلى حوالي ألف نجم مبعثر سائب، تتحرك بنفس الاتجاه ونفس السرعة.

حَشَفَة glans
الرأس الحسّاس للقضيب.

حُصَيّات الأذن (غبار التوازن) otoliths
حُبيبات بالغة الصغر تتحرك في البقعة بحيث تكون على تماس مع أشعار حسّاسة. ترسل هذه الأشعار معلومات إلى الدماغ عن موقع الرأس.

حَفَّاز catalyst
مادة تغيّر من سرعة تفاعل كيميائي ولكن دون أن يطرأ عليها أي تغير.

حِفْظ conservation
الجهود المبذولة لحماية الحيوانات والمواد الطبيعية لضمان مستقبل كل الكائنات الحية.

حُقْب الحياة الحديثة Cenozoic era

حقل الجاذبية gravitational field
منطقة يكون للجاذبية فيها فعل وتأثير.

حَقْل الرؤية field of vision
المنطقة التي يتمكّن الحيوان من رؤيتها.

حَقْل كهربائي electric field
الحيِّز الذي يكون تأثير القوة الكهربائية موجوداً فيه.

حقل مغنطيسي magnetic field
منطقة حول المغنطيس يكون فيها للقوة المغنطيسية تأثير واضح.

حَلَقة حَوْلِيَّة annual ring
حلقة مفردة من النسيج الخشبي في مقطع عرضي لنبات معمّر، تمثّل نمواً قيمته عاماً واحداً.

حَلَقِيّات annelids
شعبة ديدان ذات أجسام دائرية متقطّعة.

حُلَيْمات papillae
نتوءات بالغة الصغر على اللسان يحتوي العديد منها على براعم الذوق.

حَمْض acid
مركب يحتوي على الهيدروجين وينحلّ في الماء معطياً أيونات الهيدروجين.

حمض الإيثانويك ethanoic (acetic) acid
حمض كربوكسيلي يوجد في الخلّ.

حَمض ضعيف weak acid
حمض يحتوي نسبياً على بضع أيونات من الهيدروجين عندما يكون محلولاً. مثاله، حمض الأستيك (الموجود في الخلّ).

حَمْضٌ عُضويّ organic acid
مركب حمضي عضوي.

حمض الفسفوريك phosphoric acid
حمضٌ مكوّن من الفسفور. يستخدم في صنع المشروبات الغازيّة.

حَمض قويّ strong acid
حمض تتفكّك فيه معظم الجزيئات لتشكيل أيونات الهيدروجين في محاليله. مثاله، حمض الهيدروكلوريك.

حَمض الكبريتيك sulphuric acid
حمض ينتج من الكبريت، وهو مادة مهمة في صنع المخصّبات.

حَمض اللاكتيك lactic acid
حمض يتراكم في العضلات أثناء التنفّس اللاهوائي (اللاهوائي)، الأمر الذي يولّد ألماً فيها.

حَمض معدنيّ mineral acid
حمض يُكوَّن من معدن. على سبيل المثال، يتشكّل حمض الكبريتيك من الكبريت.

حمض الميثانويك methanoic (formic) acid
حمض كربوكسيلي يوجد في زُبانيّات النمل.

حَمض النمل formic acid
انظر حمض الميثانويك methanoic acid.

حمض اليوريك uric acid
حمض عضوي ضعيف تطرحه بعض الحيوانات، كالزواحف، على شكل فُضالة جامدة.

حَمْل conception

حَمْل حراري convection
الطريقة التي تُنْتَقل بها الطاقة الحرارية في السوائل والغازات. يتمدّد جزء المائع الأقرب إلى المصدر الحراري، فيصبح أقل كثافة ويرتفع، في حين يهبط الجزء الأكثف والأبرد.

حِمل (حُمولة) load
1- القوّة التي تتغلّب عليها آلة بسيطة. 2- جُسيمات الطين والمواد الأخرى التي ينقلها النهر.

حموض أمينية amino acids
حموض دهنية تحتوي على مجموعة أمينو (NH2-)، وتقوم بتصنيع البروتينات.

حُموض دهنية fatty acids
حموض كربوكسيلية موجودة في الدهون والزيوت الطبيعية.

حموض كربوكسيلية carboxylic acids
حموض عضوية تحتوي على مجموعة كربوكسيل (COOH).

حَنْجَرة larynx (voice box)
عضو الكلام، يوجد عند قمّة القصبة الهوائية (الرُغامى).

حواسّ senses
قدرات الكائن الحيّ التي تسمح له بتلقيّ المعلومات من محيطه والاستجابة لها. مثال ذلك البَصَر.

حوّامة مائيّة hydrofoil
نوع من القوارب ذو ركائز مرتبطة بأجنحة تحت الماء تدعى رقائق، تعمل على تقليل مقاومة الماء.

حَوْصَلَة crop
في الطيور، جراب رقيق الجدران يخزّن فيه الطعام المُزْدَرَد بصورة مؤقتة.

حَوْض (حزام الحوض؛ حزام الورك) pelvis
بنية تشبه الحوض تدعم منطقة الورك. تتكوّن أساساً من عَظمَيْن وركيين كبيرين، يتألّف كل منهما من ثلاثة عظام أصغر: الحَرْقَفَة والعانة والإسْك.

حَوْليّات annuals
نباتات تعيش وتموت في سنة واحدة.

حويصلان منويّان seminal vesicles
عضوان يقعان تحت المثانة يفرزان بعض المائع في المني.

حُوَيْضة الكُلْوَة renal pelvis
تجويف في الكُلْيَة يتجمّع فيه البول قبل تدفّقه إلى الحالب.

حَيْد ridge
منطقة جبلية جديدة لقشرة الأرض، تتشكّل عندما تتحرك الألواح بعيداً عن بعضها تحت المحيط.

حيد الانتشار spreading ridge
حيد تحت المحيط ينتشر جانبياً كلّما تدفّقت الصُهارة على طول مركزه.

حَيْض (طمث) menstruation (period)
العملية التي تُطْرَح فيها بيضة غير مخصّبة وطبقة الرحم الداخلية الغنية بالدم، وهي تحدث عند الفتيات بعد سن البلوغ كل حوالي 28 يوماً.

حيوانات برّية terrestrial animals
حيوانات تعيش بمعظمها على اليابسة.

(خ)

خادرة (عذراء) pupa
حشرة خلال التحوّل الشكلي، عندما تكون محميّة بشرنقة صلبة.

خام ore
معدن يمكن استخلاص المواد المفيدة منه، كالفلزّات مثلاً.

خَبَث (جفاء) slag
شوائب موجودة في خام الحديد، تتخلّف كفضلات بعد عملية الصهر.

خُرّاج abscess
تجمع قيح في تجويف بسبب عدوى جرثومية.

خَرْج output
في الإلكترونيات، جزء من الدارة يصدر الإشارة، أو هو الإشارة الصادرة نفسها.

خُرطوم proboscis
أنبوب تغذية طويل، في حشرات كالفراشات، يتشكّل من اندماج الفكّين.

خُسوف القمر lunar eclipse
الاختفاء الكلي أو الجزئي للقمر، الناشئ عن ظلّ الأرض.

خشب إبتدائي primary xylem
أول نسيج ناقل للماء يشكّله نبات جديد.

خشب الربيع spring (early) wood
الخشب الليّن ذو الخلايا الكبيرة التي تنمو بسرعة في الربيع.

خشب الصيف summer (late) wood
خشب قاسٍ ذو خلايا متراصّة بشكل كثيف تنمو في الصيف.

خشب النُسْغ sapwood
المنطقة الخارجية الرخوة للشجرة، حيث تنقل الأوعية المائع.

خِصيتان testes
غدتان في ذكر الحيوان تفرزان المني.

خطّارات (شعر الأنف) vibrissae
شعر المنخرَيْن أو الشوارب.

خطّ الاستواء equator
دائرة وهمية تدور حول منتصف الأرض، فتقسمها إلى كرة شمالية وكرة جنوبية.

خطّان جانبيّان lateral lines
قناتان أنبوبيّتا الشكل مملوءتان بالماء موجودتان في أجسام الأسماك وبعض البرمائيات، تساعدان في كشف تغيرات الضغط في الماء.

خَطَران pitch
هو بالنسبة للطائرة، حركة مقدّمها أو مؤخّرها صعوداً أو هبوطاً.

خطوط الدفق المغنطيسي magnetic flux lines
خطوط تُظهر اتجاه وشدة الحقل المغنطيسي حول المغنطيس.

خلاء (خواء) vacuum
حيّز فارغ لا توجد فيه أي جُسيمات هوائية أو أي مادة أخرى.

خلايا اسفنجية spongy cells
خلايا غير منتظمة الشكل تُباعد فجوات هوائية لتشكّل الطبقة الاسفنجية تحت الطبقة العمادية للورقة.

خلايا حارسة guard cells
المسكن الطبيعي للكائن الحيّ.

خلايا الدم البيضاء white blood cells
خلايا دموية تساعد الجسم في مقاومة المرض.

خلايا الدم الحمراء red blood cells
خلايا قرصية الشكل تنقل الأكسجين إلى جميع أنحاء الجسم.

خلايا شميّة olfactory cells
مستقبلات كيميائية في الأنف ترسل معلومات عن المواد الكيميائية إلى الدماغ، الذي يفسّرها على شكل رائحة.

خلايا عظمية osteocytes
خلايا عظمية حيّة.

خلايا عمادية palisade cells
خلايا عمودية الشكل تضمّ العديد من بانيات اليخضور (جبيلات اليخضور). تؤلّف الطبقة العمادية في الجانب العلوي للورقة، أسفل البشرة.

خلايا ملانيّة melanocytes
خلايا جلدية تفرز الملانين.

خلايا وعائية tracheids
أنابيب تعتبر جزءاً من النسيج الخشبي للنباتات الوعائية غير الزهرية.

خلايا وَليدَة daughter cells
نسخ متماثلة للخلية تنتج عند انقسامها.

خِلْط زجاجي vitreous humor
مادة جاسئة تشبه الهلام تملأ الجسم المركزي للعين خلف العدسة، الأمر الذي يحفظ شكلها.

خِلْط مائي aqueous humour
سائل، يحوي أملاحاً وسكاكر وبروتينات، يملأ الفجوة بين عدسة العين والقرنيّة.

خلية cell
1- في البيولوجيا، أصغر وحدة في الكائن الحي يمكن أن تقوم بالعمليات الكيميائية الأساسية للحياة. 2- خلية كهركيميائية.

خليّة أولية primary cell
أيُّ خلية كهركيميائية لها عمر محدّد بسبب استنفاد المواد الكيميائية الموجودة بداخلها.

خلية ثانوية (مِرْكم) secondary cell (accumulator)
خلية كهركيميائية أو بطّارية يمكن إعادة شحنها.

خَليّة جافة dry cell
نوع من الخلايا الكهركيميائية تحوي معجوناً كهرلياً، لا سائلاً.

خلية شمسية solar cell
في الفيزياء، خلية تحوّل الطاقة الشمسية إلى كهرباء.

خلية كهرضوئية photoelectric cell
جهاز يحوّل الطاقة الضوئية إلى كهرباء.

خلية كهركيميائية electrochemical cell (cell)
أداة تولد تياراً كهربائياً من الطاقة الكيميائية باستخدام الكترودَيْن في الكتروليت (كَهْرَل). يمكن وصل عدد من الخلايا معاً لصنع بطارية.

خَميرة yeast
فطر وحيد الخلية يستخدم في التخمير وصنع الخبز.

خُنْثى hermaphrodite
كائن حيّ يحوي كلاً من الخلايا الجنسية الذكرية والانثوية معاً.

خياشيم branchiae
انظر غلاصم gills.

خَيْط filament
في علم النبات، جزء من السَدَاة، أي السُوَيْق الداعم للمِئبَر.

خيطيّات nematodes
شعبة من الديدان الحلقية الطويلة الرفيعة ذات أجسام غير متشدّفة.

خيوط عضلية myofilaments
خيوط ثخينة ورفيعة تتشابك معاً لتكوّن الليفات العضلية.

خُيوط فطرية hyphae
بنيات بيضاء خيطية الشكل تشكّل مَشيجة الفطر. تمتصّ الغذاء من المادة الميّتة في التربة.

(د)

الداء السكّري diabetes
حالة طبية لا يصنع فيها البنكرياس ما يكفي من الأنسولين.

دائم الإخضرار evergreen
مصطلح يصف الأشجار التي لا تُسقِط أوراقها في وقت واحد.

دارة (دائرة) circuit

دارة الكترونية electronic circuit
دارة كهربائية تحوي مكوّنات الكترونية.

دَارة رَقَميّة digital circuit
دارة الكترونية تستخدم نبضات الكهرباء. انظر أيضاً دارة نظيرية analogue circuit.

دارة على التوازي parallel circuit
دارة (دائرة) كهربائية لها أكثر من مسار واحد يمكن للتيار أن يسري عبرها.

دارة على التوالي series circuit
دارة كهربائية يمرّ التيار الكهربائي عبر مكوّناتها واحداً بعد الآخر.

دارة كهربائية electric circuit
المسار الذي يسري على طوله التيار الكهربائي.

دارة متكاملة integrated circuit (silicon chip)
دارة الكترونية كاملة منمَّشة على قطعة بالغة الصغر من السليكون.

دَارة نَطّاطة flip-flop
توليفة بوّابات منطقية تستخدم غالباً في خزن المعلومات الثنائية.

دارة نظيرية analogue circuit
دارة تستخدم تياراً مستمراً بدلاً من تيار مقطّع إلى نبضات.

دايود (ثنائي) diode
أداة الكترونية تسمح للتيار بالمرور عبرها باتجاه واحد فقط.

دايود باعث للضوء light-emitting diode (LED)
دايود يتوهّج عندما يسري تيار كهربائي عبره.

دَخْل input
في الالكترونيات، قسم من الدارة يستقبل إشارة واردة، أو هو الإشارة الواردة نفسها.

درب التّبّانة (الطريق اللبنية) Milky Way
المجرّة التي تقع فيها منظومتنا الشمسية.

دَرَقة carapace
قُشَيْرة صلبة درعية الشكل لحيوانات مثل السرطانات.

دَرَنَة tuber
ساق منتفخة موجودة تحت التربة تخزّن الغذاء للنبات خلال فصل الشتاء، كالموجودة في البطاطس.

دُروع scuta
صفائح واقية صلبة تغطي أجسام بعض الحيوانات، كالمُدَرَّع.

دسيبل (decibel (dB
وحدة جَهَارَة الصوت.

دَفَّة rudder
سطح تحكّم في مؤخرة السفن والطائرات يوجِّه الانعطاف نحو اليمين واليسار.

دَفْع thrust
القوة التي تدفع طائرةً أو صاروخاً إلى الأمام.

دَفْع علوي upthrust
القوة التي تدفع جسماً للأعلى عند وضعه في مائع كالماء أو الهواء.

دِلْتا delta
منطقة مسطّحة من الأرض، ذات شكل مثلثي تقريباً، تشكّلت بفعل المادة التي رسَّبها النهر عند مصبِّه في البحر.

دِمَاغ بَيْني diencephalon
القسم المركزي للدماغ، يتألف من المهاد والوطاء.

دنا (حمض نووي ريبي منقوص الأكسجين) DNA
الحمض الموجود في نواة الخلية، والذي يؤلف جينات وصبغيَّات كل الكائنات الحية.

دُهون fats
مجموعة من الإسترات الصلدة الموجودة في النسيج الحيّ والهامة كمصدر خزن للطاقة.

دواء (عقّار) drug
اي مادة تؤثر على طريقة عمل الجسم.

دَوْر period
1- في الكيمياء، مجموعة من العناصر تتشارك بنفس العدد من الأغلفة الالكترونية، وهي مبيَّنة كصفوف في الجدول الدوري للعناصر. 2- وحدة زمنية تؤلف قسماً من الحقب الجيولوجي، تقدّر بعدة ملايين من السنين.

دَوْرة احتراق رُباعيَّة الأَشْواط four-stroke combustion cycle
عملية رباعية المراحل تقوم فيها كبَّاسات محرِّك المركبة بأخذ الوقود، ثم ضغطه، ثم إشعاله، وأخيراً تحرير غازات العادم.

دورة حياتية life cycle
المراحل التي تمرّ بها إحدى العضويات.

دَوْرَة زراعية crop rotation
طريقة زراعية تقضي بزرع المحاصيل التي تستهلك أو تعيد بعض المعادن في حقول مختلفة كل سنة.

دورة الكربون carbon cycle
العملية التي يدخل فيها الكربون من الجوّ إلى السلسلة الغذائية عبر التخليق الضوئي ويعود منها إلى الجو عبر التنفّس والاضمحلال.

دورة مائية water cycle
العملية الطبيعية التي يعيد فيها الماء دورانه بين اليابسة والغلاف الجوي والكائنات الحيَّة.

دورة النتروجين nitrogen cycle
العملية الطبيعية التي يتحوّل من خلالها النتروجين إلى نترات في التربة، حيث تستفيد منه النباتات ثم تتم إعادته ثانيةً إلى الهواء.

دِيدان مُسَطَّحة flatworms
شعبة من الديدان ذات أجسام مسطّحة غير مقطّعة.

دينامو dynamo
انظر مولِّد generator.

ديناميكا dynamics
دراسة تأثير القوى على الحركة.

ديناميكا حرارية thermodynamics
فرع من الفيزياء يدرس تغيُّرات الطاقة التي تشتمل على حرارة.

ديناميكا هوائية aerodynamics
دراسة الطريقة التي ينساب بواسطتها غاز، وبخاصة الهواء، حول أجسام متحركة.

(ذ)

ذُؤَابات cirri
أطراف هُلْبية تستخدمها بعض المخلوقات كالإوز البحري في تصفية طعامه.

ذَاتيّ التغذِّي autotrophic
مصطلح يصف الكائنات الحية، كالنباتات مثلاً، التي تصنع غذائها الخاص من مواد غير حية.

ذاكرة رام (RAM (random access memory
ذاكرة يستخدمها الحاسوب وهو يعمل، تتألف من دارات متكاملة.

ذاكرة طويلة الأمد long-term memory
ذاكرة تخزّن المعلومات لأكثر من بضع دقائق.

ذاكرة قصيرة الأمد short-term memory
ذاكرة تخزّن المعلومات لعدة دقائق فقط.

ذاكرة المهارات الحركية motor-skill memory
ذاكرة تستدعي كيفية عمل الأشياء، كالمشي مثلاً.

ذرّات atoms
جُسيمات دقيقة تتشكل منها العناصر. تملك كل ذرّة نواة موجبة الشحنة، متوازنة مع عدد كاف من الإلكترونات السالبة الشحنة لجعل الذرّة متعادلة كهربائياً.

ذُروة peak
نقطة تسبِّب عندها الموجة أعظمَ إزاحة موجَبة لوسط ما، وتظهر كأعلى نقطة على المخطط الموجي.

ذوَّاب (مذاب) solute
مادة تذوب في سائل.

ذوات الدم البارد cold-blooded
مصطلح يصف حيوانات، كالزواحف، تتغيَّر درجة حرارتها الداخلية مع درجة حرارة البيئة المحيطة بها.

ذو أسنان dentate
مصطلح يصف حيواناً ذا أسنان.

(ر)

رئتان lungs
عضوا التنفس الكيسيّا الشكل الموجودان غالباً في الفقاريات التي تعيش على اليابسة.

رِئْد (فَرْخ) shoot
ساق جديدة تنمو من بذرة أو من الساق الرئيسية للنبات.

رابطة bond
قوّة تربط ذرتين أو أكثر معاً.

رابطة أيونية ionic bond
رابطة قوية تنشأ عن التجاذب الحاصل بين أيونات متضادّة الشحنة.

رابطة تشاركية covalent bond
رابطة تتشكل بين ذرَّتَيْن، ينجذب فيها الكترون من كل ذرّة إلى نواة الذرة الأخرى، ما يجعله مشتركاً بين الذرّتين.

رابطة ثلاثية triple bond
رابطة تشاركية (تساهمية) يتشارك فيها زوج من الذرّات بثلاثة أزواج من الإلكترونات.

رابطة مُزْدَوجة double bond
رابطة تشاركية يتشارك فيها زوج من الذرات بزوجَيْن من الإلكترونات.

رابطة مفردة single bond
رابطة تشاركية (تساهمية) يتشارك فيها زوج من الذرّات بزوج واحد من الإلكترونات.

رادار (radar (radio detection and ranging
استعمال الموجات الصغرية لتحديد موقع الأجسام البعيدة.

رادون radon
غاز خامل مشعّ.

رأس الاستماع playback head
جزء من جهاز التسجيل يحوّل المعلومات المخزّنة على الشريط الممغنط بحيث يمكن توليدها كصوت.

رأس التسجيل recording head
جزء من جهاز التسجيل يسجِّل الأصوات على شريط.

رافد tributary
نهر أو مجرى مائي يرفد نهراً أكبر.

رافِعة elevator
سطح تحكّم على ذيل الطائرة يستخدم لتوحيد الحركة صعوداً أو هبوطاً.

رِباط ligament
حُزمة من نسيج ليفيّ متين يربط عظمَيْن معاً عند المفصل.

رباط حول السنّ periodontal ligament
حزمة من الألياف المتينة تربط جذور السنّ بعظم الفك.

رباعيّ الأرجل quadruped
حيوان يمشي على أربعة أقدام، كفرس النهر مثلاً.

رباعيَّة الرؤوس quadriceps
مصطلح يستخدم غالباً في تسمية العضلة الموجودة عند مقدمة الفخذ التي تَعدُل الساق.

رتبة order
زمرة تصنيفية تقع تحت الصفّ وفوق الفصيلة.

رُتَب تصنيفيَّة (taxonomic ranks (taxa
فئات تصنيفية للعالَم، تتراوح بين الشُعَب والأنواع.

رُجْرُجيّات gnetae
مجموعة صغيرة من عاريات البذور ذات الأوراق الجلدية القاسية، تنمو في المناطق الحارة.

رَجْم (حجر نيزكِي) meteorite
بقايا شهاب تخلّف عن الغلاف الجوي وسقط على الأرض.

رَحِم (uterus (womb
كيس داخل جسم أنثى الحيوان الثدييّ ينمو فيه الجنين.

رَحيق (مِغْثِر الزَّهر) nectar
مادة لزجة حلوة تفرزها النباتات لجذب حشرات التأبير (التلقيح).

رَخويّات molluscs
شعبة من المخلوقات الرخوة الأجسام يعيش معظمها في قواقع، كالحلزونات مثلاً.

رُسابة precipitate
صلب غير ذوّاب ينفصل عن المحلول أثناء التفاعل الكيميائي.

رُسْغ القدم tarsals
عظام الكاحل.

رُسْغِيات carpals
عظام المعصم.

رُشَاحة filtrate
السائل الذي يمرّ عبر مُرَشّح.

رَضَفة patella
قلنسوة الركبة.

رُطوبة humidity
مقدار الماء الموجود في الهواء.

رَعْد thunder
صوت الهزيم العميق الذي ينشأ عن التمدّد السريع للهواء عندما يسخن بفعل وميض البرق.

رُغامى (قصبة هوائية) trachea (windpipe)
أنبوب يدخل منه الهواء إلى الرئتين ويخرج.

رُقاقة chip
انظر رقاقة سليكونية silicon chip

رُقاقة wafer
شريحة رقيقة من أسطوانة سليكونية يتم قطعها لصنع الجذاذات السليكونية.

رقم digit
في الرياضيات، أي عدد من 5 إلى 9

رَقْميّ digital
مصطلح يصف إشارة مؤلفة من نبضات كهربائية منفصلة، يستخدم لتمثيل الأصفار والآحاد في الكود الثنائي.

الركاب stapes
العُظيمة الثالثة من عظيمات الأذن الثلاث البالغة الصغر، تمرِّر اهتزازات الصوت من السَّندان إلى النافذة البيضوية. انظر أيضاً السندان incus والمِطْرقة malleus.

رمز كيميائي chemical symbol
طريقة مختصرة لتمثيل عنصر معيَّن في الصيغ والمعادلات.

رَهْج stratus
نوع من السُّحب يتشكّل من طبقات رمادية منخفضة ومسطّحة.

رَوَاضِع (أسنان الحليب) deciduous (milk) teeth
المجموعة الأولى من الأسنان، التي تتساقط لتحلّ محلّها الأسنان الدائمة.

رؤية ثنائية binocular vision
حقل الرؤية عند الكائنات التي تملك عينَين على جبهة الرأس.

رؤية جانبية lateral vision
حقل الرؤية لحيوان تكون عيونه على جانبي رأسه.

رؤية متواصلة persistent vision
توهُّم رؤية الحركة عند مشاهدة سلسلة سريعة التغير من الصور الثابتة، كفيلم سينمائي مثلاً.

رؤية مِجسامية stereoscopic vision
نوع من الرؤية تُظهر فيه كلّ عين منظراً مختلفاً بشكل طفيف، ما يسمح للدماغ بتشكيل صورة ثلاثية الأبعاد.

ريّ irrigation
جعل الأرض الجافة مناسبة للزراعة عن طريق ترويتها بالماء.

رياح شمسية solar wind
تيّار متواصل من الجسيمات غير المرئية تنفثه الشمس نحو الفضاء.

ريباسات (اجسام ريبية) ribosomes
عُضَيّات مستديرة تساعد في إنتاج البروتينات في الخلية.

ريبوز منقوص الاكسجين deoxyribose
نوع من السُّكّر يكوِّن جزءاً من جوانب اللولب المزدوج للحمض النووي الريبي منقوص الأكسجين.

ريش الطيران flight feathers (remiges)
أرياش طويلة جاسئة تستخدم للطيران.

ريش كِفافيّ contour feathers
الريش الذي يغطي جسم الطير ويعطيه سطحاً انسيابياً.

(ز)

زُبانيات antennae (feelers)
بنى متمفصلة تشبه السياط على رؤوس كائنات كالحشرات والقشريّات، تستخدم للشمّ والتذوّق واللمس.

زراعة تكثيفيّة intensive farming
زراعة تستخدم الآلات والمخصِّبات الكيميائية ومبيدات الحشرات، وذلك للمساعدة على نموّ أكبر قدر ممكن من المحاصيل الزراعية المتعددة.

زراعة عضوية organic farming
زراعة تعتمد على الطبيعة، دون استخدام الأسمدة الاصطناعية أو مبيدات الأعشاب والحشرات.

زعانف حوضيّة pelvic fins
زعانف شفعية تنتأ من منطقة حوض السمكة.

زعانف صدرية pectoral fins
زعانف منكبية شفعية تنتأ تماماً خلف خياشيم السمكة.

زعانف متوسّطة median fins
زعانف تقع على خط أسفل منتصف ظهر السمكة أو بطنها.

زعانف مزدوجة paired fins
أزواج الزعانف التي تنتأ من جانبي جسم السمكة.

زِعنفة بطنية ventral fin
زعنفة شرجية طويلة تمتد أسفل بطن السمكة.

زِعْنفة ذيليّة caudal fin
زعنفة ذيل السمكة.

زِعْنفة شَرْجية anal fin
زعنفة متوسّطة تنتأ من قبالة شَرَج السمكة.

زِعْنفة ظَهرية dorsal fin
الزعنفة الموجودة على ظهر السمكة.

زُغابات villi
نتوءات إصبعية بالغة الصغر على بطانة المعى الدقيق تمتصّ الطعام المهضوم.

زَفير exhalation
خروج الهواء من الرئتَيْن.

زِلْزال earthquake
حركة مفاجئة للصخور في القشرة الأرضية تحرِّر الضغط والموجات الصدمية.

الزمن الجيولوجي geological time (deep time)
سلّم زمني من ملايين السنين يستخدمه الجيولوجيون لقياس تطوّر الأرض.

الزَّمَن السحيق deep time
انظر زمن جيولوجي geological time.

الزَّنْد ulna
العظم الأطول والأقل ثخانة من بين العظمَيْن الموجودين في الساعد. انظر أيضاً الكُعْبُرة radius.

زَنَمات (أذَنات) stipules
شفع من الأوراق الصغيرة عديمة الساق يوجد عند قاعدة سويق الورقة، يحمي البراعم عند تشكّلها.

زهرة سَدَوِيَّة staminate flower
زهرة تملك فقط أعضاء التكاثر الذكرية.

زهرة مِدقِيَّة pistillate flower
زهرة تملك فقط أعضاء التكاثر الأنثوية.

زَوْجٌ تَضَادّي antagonistic pair
عضلتان تعملان معاً لتحريك أحد أقسام الجسم، ثم إعادته إلى وضعه الأصلي.

زَيْت ديزل diesel oil
وقود يُستحصل عليه من التقطير التجزيئي للزيت الخام.

زَيْجوت zygote
الخلية الأولى لمتعضٍ جديد، تتشكّل عندما تقوم خلية ذكرية بإخصاب خلية أنثوية.

زينون xenon
غاز خامل (نادر) يستخدم في التصوير الومضي العالي السرعة.

زُيوت oils
مجموعة من الإسترات السائلة تتآلف بمعظمها من حموض كربوكسيلية غير مشبعة. وهي مواد غير ذوّابة في الماء وسريعة الالتهاب غالباً.

(س)

سائل زليليّ synovial fluid
سائل مزلّق يُفرز في معظم المفاصل القابلة للحركة بحُرِيَّة.

سائل مخّي نخاعي cerebrospinal fluid
طبقة سائلة رقيقة توسِّد الدماغ في الجمجمة.

ساق stem
الجزء الرئيسي للنبتة الموجود فوق التربة. وهو يحتوي على نسيج وعائي ويوفر الدعم للنبات.

سُبات شتويّ hibernation
مرحلة في دورات حياة بعض الحيوانات تدخل فيها الحيوانات في حالة تشبه النوم حتى تبقى حيَّة خلال فصل الشتاء البارد.

سَبَدٌ plumule
جزء من جنين النبات يتطور إلى البرعم الابتدائي.

سَبيكة alloy
مزيج من فِلِزَّيْن أو أكثر، أو من فِلِزّ ولا فلز.

سبيكة فائقة superalloy
سبيكة متينة فائقة القوة تحتوي عادة على النيكل أو الحديد أو الكوبلت.

سَحَابة رُكاميَّة cumulus
نوع من السُّحب الزغبية البيضاء تَظْهر على ارتفاعات عالية في الطقس المشمس الدافىء.

سَحَابة سِمْحاقيَّة cirrus
نمط من السحاب الخيطي المرتفع.

سَحْب (مقاومة هوائية) drag (air resistance)
قوة الاحتكاك التي تبطىء حركة الأجسام في الهواء.

سُداسي الأرجل hexapod
حيوان له ستة أرجل.

سَديم nebula
سحابة ضخمة من الغبار والغاز تتشكّل فيها النجوم.

سَرْء spawn
عدد كبير من البيوض الرخوة البالغة الصغر التي يضعها معظم الأسماك والبرمائيات.

سُرَّة hilum
نُدبة على البذرة تُظهر المكان الذي كانت تتصل فيه البيضة بالمبيض.

سَرْج clitellum
جزء سرجي الشكل من جسم بعض الديدان الأرضية.

سرعة speed
مقدار السرعة التي يتحرك بها أحد الأجسام، تقدَّر بالمسافة التي يقطعها في فترة زمنية معيَّنة.

سُرْعة الحاسوب clock speed
عدد التعليمات التي يمكن أن يؤديها معالج صُغري في ثانية واحدة، يقاس بالميغاهرتز.

سرعة حدِّية (سرعة انتهائية) terminal velocity
السرعة القصوى التي يبلغها جسم ساقط، والتي يتوقف عندها التسارع وتصبح السرعة ثابتة.

سرعة دون صوتية subsonic speed
أيُّ سرعة تكون أقلَّ من سرعة الصوت.

سرعة الصوت speed of sound
السرعة التي ينتقل بها الصوت - تعطى عادة بـ 331 متراً بالثانية في الهواء الجاف وعند درجة الحرارة 0م.

سرعة الضوء speed of light
السرعة التي ينتقل بها الضوء في الخلاء - حوالي 300000 كيلومتر في الثانية.

سُرعة فوق صوتية supersonic speed
أي سرعة تفوق سرعة الصوت.

سُرعة لحظية instantaneous speed
سرعة شيء ما عند لحظة معيَّنة.

سُرعة متَّجهية velocity
سرعة جسم ينتقل باتجاه محدَّد.

سرعة نسبية relative velocity
سرعة جسم متحرِّك كما تبدو للناظر إليها من جسم متحرك آخر.

سُطوح التحكُّم control surfaces
جُنَيْحات متمفصلة على أجنحة وذيل الطائرة تستخدم للتحكُّم في اتجاه حركتها.

سَعَة amplitude
الإزاحة القصوى للجسيمات في موجة والتي تقاس من موقع سكونها.

سَعة حرارية thermal capacity
كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم درجة كلفن واحدة.

سعة حرارية نوعية specific heat capacity
كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 كلغ من المادة درجة كلفن واحدة.

سكاكر sugars
مجموعة من الكربوهيدرات الحلوة المذاق التي تذوب في الماء.

سكُّروز sucrose
نوع من السكَّر يوجد في الحلوى، وهو كربوهيدرات.

سُلاميَّات phalanges
عظام أصابع اليد والقدم.

السلسلة التفاعلية reactivity series
قائمة من الفلزّات مرتبة تبعاً لسهولة تفاعلها مع مواد أخرى.

سِلْسِلَة غذائية food chain
سلسلة من الكائنات الحيَّة، تُؤكَل كلّ واحدة منها من قبل الكائن الذي يليها مباشرة في الخط.

سلسلة متجانسة homologus series
مجموعة من المركَّبات العضوية لها نفس البنية والخصائص الكيميائية.

سُلفات (كبريتات) sulphates
مجموعة من الأملاح الناتجة عن حمض الكبريتيك.

سلفيدات (كبريتيدات) sulphides
مجموعة من الفلزّات مؤلَّفة من عناصر متَّحدة مع الكبريت.

سِلْك أرضي earth wire
أداة أمان في كبل كهربائي يوفِّر مساراً للتيار للمرور نحو الأرض.

سلك محايد neutral wire
أحد سلكين ناقلين للتيار في كبل كهربائي.

سلك مُكهرب live wire
أحد سلكَيْن ناقلين للتيار في كبل كهربائي.

سُلَّم درجات الحرارة المطلقة absolute temperature scale
سلَّم درجات الحرارة في النظام الدولي، يقاس بوحدات الكلفن (ك) التي لها نفس قيمة درجات سلسيوس درجة مئوية.

سُلَّم سلسيوس Celsius scale
سلَّم لدرجات الحرارة يخصص 100 درجة مئوية بين نقطة الجليد (عند 0 درجة مئوية) ونقطة بخار الماء (عند 100 درجة مئوية).

سُلَّم فرنهايت Fahrenheit scale
سلَّم مقيس لدرجات الحرارة مقسَّم إلى 180 درجة فرنهايتية بين نقطة تجمّد الماء (عند32 درجة فرنهايتية) ونقطة تبخُّرها (عند 212 درجة فرنهايتية).

سلّولوز cellulose
بوليمر طبيعي، مكوّن من مواحيد الغلوكوز، يشكِّل الجدران الخلوية للنباتات.

سليكا silica
أكسيد السليكون

سليكات silicates
مجموعة المعادن التي تحتوي على عناصر متحدة مع السليكا.

سِمات traits
صفات، كلون العين، تورَّث جينياً من الأبوين.

سِمْحاق periosteum
طبقة رقيقة من النسيج الذي يغطي العظام تحتوي على خلايا للنمو والترميم.

سنة ضوئية light year
المسافة التي يقطعها الضوء في سنة كاملة - وهي تساوي حوالي 9.46 مليون مليون كيلومتر.

السِّندان incus
العُظيمة الوسطى من عُظَيْمات الأذن الوسطى الثلاث التي تمرِّر الاهتزازات الصوتية إلى الأذن الداخلية. انظر ايضاً المطرقة malleus والرِّكاب stapes.

سُنَيْنات placoid scales (denticles)
حراشف حادة تتَّجه نحو الخلف وتنتأ من جلد بعض الأسماك كسمك القرش.

سَهْل فيضيّ flood plain
أرضية عريضة ومسطَّحة لوادٍ نهري، يغمرها الماء أثناء الفيضان.

سَهْم القَصّ (صالب) keel
امتداد لعظم قص الطائر يرتبط به الجناحان.

سونار sonar
تحديد مدى الصدى عندما تستخدمه السفن أو الغوّاصات.

سُوَيْق (زِنْد) petiole
ساق الورقة.

سِيَاط flagellae
خيوط طويلة ودقيقة على أجسام بعض الحيوانات المجهرية تضرب بها إلى الأمام وإلى الخلف لكي تدفع نفسها.

سيتوبلازم cytoplasm
مادة هلامية الشكل داخل الخلية تتعلَّق العُضَيات فيها.

سيكاسيّات cycads
مجموعة من عاريات البذور تنتج مخاريط كبيرة جداً في منتصف حلقة من الأوراق الشائكة.

(ش)

شَبَكة network
مجموعة من الحواسيب متصلة معاً بحيث تتشارك بالمعلومات.

شبكة إقليمية wide-area network (WAN)
شبكة حواسيب بعيدة عن بعضها.

شبكة أيونية ionic lattice
بنية منتظمة توجد في المركَّبات الأيونية.

شبكة بلازمية داخلية endoplasmic reticulum
سلسلة قنوات تنقل الموادّ حول الخلية.

شبكة جُزيئية molecular lattice
بنية منتظمة من جزيئات متماسكة معاً بواسطة قوى ضعيفة. لها نقطتا انصهار وغليان منخفضتان.

شَبَكَة غذائية food web
شبكة سلاسل غذائية مترابطة.

شبكة محلية local-area network (LAN)
شبكة حواسيب قريبة من بعضها البعض، مثل الحواسيب الموجودة معاً في غرفة واحدة.

شبكة المخدِّم/ المخدوم client /server network
نوع من الشبكات فيه حاسوب واحد (المخدِّم) يملك معطيات أساسية يمكن الوصول اليها بواسطة حواسيب أخرى (العُمَلاء).

شبكة الند للندّ peer-to-peer network
نوع من الشبكات لا يكون فيها أيُّ حاسوب مسيطراً على باقي حواسيب الشبكة.

شبكة الوب العالمية World Wide Web (www)
مصدر هائل للمعلومات، وموقع لإدارة التبادل التجاري، يتألَّف من آلاف مواقع الوب المرتبطة معاً على الانترنت.

شبكيّة retina
الطبقة الحسّاسة للضوء الموجودة عند مؤخر العين والتي ترسل الدفعات (النبضات) العصبية إلى الدماغ.

شِبه طُفيليّ hemiparasite
نبات يعتاش على نباتات أخرى إلاَّ أن بمقدوره أيضاً القيام بعملية التركيب الضوئي.

شِبه الظِلّ penumbra
ظلٌّ باهت يتشكَّل في المكان المضاء بجزء فقط من المنبع الضوئي.

شبه فلزّ semi-metal
عنصر يشاطر في بعض خصائصه الفلزّات واللافلزات.

شبه ناقل semiconductor
نوع من المواد يعمل كناقل او كعازل تبعاً لدرجة حرارته.

شحنة كهربائية electric charge
خاصية للمادة تولّد قوى كهربائية بين جسيماتها.

شدّة intensity
مستوى سطوع الضوء الذي يصدره جسم ما. وتسمّى الوحدة الدولية للشدة الشمعة أو القنديلة (cd).

شُدف غير مقسّمة tagmata
الشدف التي تؤلّف مناطق جسم الحيوان (كالصدر مثلاً) وهي غير مقسّمة بجدر داخلية.

شرايين arteries
أوعية متينة ينساب الدم عبرها بعيداً عن القلب.

شرايين رئوية pulmonary arteries
شرايين تنقل الدم من القلب إلى الرئتين.

شرايين كُلوية renal arteries
شرايين تنقل الدم إلى الكليتَيْن.

شَرَج anus
الفتحة عند نهاية السبيل الهضمي للحيوان والتي تطرد عبرها الفَضَلات.

شُرَف cusps
1- سطوح حادّة الحواف في الصمامات بين غرف القلب الاربع، تُجبر على الفتح والإغلاق، مؤمّنة طريقاً واحداً لدوران الدم. 2- رؤوس حادّة على بعض أنواع الأسنان.

الشَظِيَّة fibula
العظم الخارجي من عظمي الساق السفليّين. انظر ايضاً الظُنْبوب tibia.

شعاع كاثودي cathode ray
تيار مستمر من الالكترونات ينطلق من كاثود عبر غاز منخفض الضغط أو فراغ.

شعبة phylum
أكبر زمرة تصنيفية في العالم.

شُعَيْرة جذرية root hair
أحد خيوط كثيرة صغيرة جداً على الجذر يمتص عبره الماء والمعادن.

شغل work
في الفيزياء، هو جداء المسافة التي يقطعها الجسم بالقوة اللازمة لحركته هذه.

شفّاف transparent
مصطلح يستخدم لوصف المواد التي يتمكّن الضوء من المرور خلالها.

شَفّاني (شبه شفّاف) translucent
مصطلح يصف المواد التي تسمح بدخول كمية قليلة من الضوء عبرها.

شَفَة labium
الشفة السفلى عند الحشرات.

شفة عليا labrum
الشفة العلوية المتمفصلة عند بعض الحشرات.

الشُفْران labia
ثنيتان جلديّتان تحيطان بفتحتي المَهْبِل والإحليل.

شَفَق قطبي aurora
عرض للأنوار في السماء سببه الغلاف الجوي للأرض قرب القطبين.

الشمال المغنطيسي magnetic north
نقطة على سطح الأرض يشير إليها القطب الشمالي للمغنطيس.

شُمُوع waxes
مجموعة من الإسترات الصلبة، تنتج الكائنات الحيّة الكثير منها. تكون عادة صقيلة وسهلة القولبة وغير ذوّابة في الماء.

شِهاب meteor (shooting star)
نيزك يبدأ بالاحتراق عند دخوله الغلاف الجوي.

شُواظ prominence
أنشوطة هائلة من الغاز الملتهب تندفع من سطح الشمس.

شَوْكيّات الجلد echinoderms
شعبة من المخلوقات البحرية، كقنديل البحر، ذات جلد شائك وارجل ماصّة وأجسام مؤلفة من خمس قطع.

شَيخوخة senescence
عملية التقدّم في السن (الهرم).

(ص)

الصائِم jejunum
الجزء الأوسط من المِعى الدقيق، والذي يمتص الطعام المهضوم.

صاعقة بادئة peader stroke
شرارة عملاقة تومِض من سحابة مشحونة كهربائياً، ملتمسة نقطة ذات شحنة مضادة على سطح الأرض.

صاعقة راجعة return stroke
صاعقة برقية قوية من الأرض إلى السحابة، تتبع الصاعقة البادئة.

صانِعات اليخضور chloroplasts
عُضيّات في خلية النبات تحوي الكلوروفيل.

صانع الصِّبْغ chromoplast
عُضَيٌّ يحتوي على الخضاب، بحيث يعطي الكثير من النباتات والازهار والثمار والخُضَر الوانها المميَّزة.

صباغ (خضاب) pigment
مادة تمتص بعض الوان الضوء وتعكس بعضها الآخر بحيث تجعل الجسم يبدو ملوّناً.

الصبغيّ X chromosome X
نوع من الصبغي الجنسي، يوجد في كلٍّ البيوض وفي نصف مجموع النطاف.

الصبغي Y chromosome Y
نوع من الصبغي الجنسي يوجد في نصف مجموع النطاف.

صِبغيات chromosomes
حُزَم من الحمض النووي الريبي المنقوص الاكسجين DNA في نواة الخلية، تحتوي بمجموعها على كل المعلومات اللازمة لنموّ الكائن الحي.

صبغيّات جنسية sex chromosomes
الصبغيات X و Y التي تحدّد جنس الطفل. يكون للأنثى صبغيّان X، وللذكر صبغي X وصبغي Y.

صبغيّات متماثلة homologus chromosomes
أزواج الصبغيات التي تعمل معاً لإنتاج صفات أحد الكائنات الحية.

صَحْراء desert
إقليم مناخي شديد الجفاف لا تتعدّى كمية الترسب السنوي فيه 250 ملم.

صخر تحوّلي metamorphic rock
نوع من الصخر يتشكّل من صخر آخر تطرأ عليه تحوّلات نتيجة الحرارة أو الضغط الشديدين.

صخر رُسوبيّ sedimentary rock
نوع من الصخور ينشأ عن توضّع الجُسيمات الفلزّية وانطمارها وكبسها في طبقات.

صخر ناريّ igneous rock
نوع من الصخر يتشكّل عندما يبرد الصخر المنصهر ويتصلّب.

صَدَأ rust
طبقة أكسيد تتشكل على سطح الحديد، او سبيكة الحديد، الأمر الذي يؤدي إلى تآكله.

صدر thorax
المنطقة العليا لجسم الحيوان، بين الرأس والبطن.

صُدُوع faults
كسور في الأرض تسبّبها حركة الواحها.

صَدَى echo
موجة صوتية انعكست على سطح وسُمعت بعد الصوت الأصلي.

صرير stridulation
الضجيج الحاد الصادر عن احتكاك أجزاء الجسم مع بعضها بعضا، كالصوت الذي يصدره الجُدجُد لجذب الزوج.

صَفّ class
أكبر جزء في الشُعْبَة.

صفائح صلبة sclerites
قِطع من قُشَيْرة مفصليّ الأرجل، تتصل مع بعضها بواسطة أغشية مرنة.

صفائح منخليّة sieve plates
خلايا مثقبة تشكل نهايات الجدران بين الأنابيب المنخلية.

الصفات الجنسية الأساسية primary sexual features
أعضاء التناسل عند الذكر والأنثى.

الصفات الجنسية الثانوية secondary sexual features
مظاهر جسدية تفرّق بين الذكور والإناث، لكنها ليست ضرورية للتكاثر، كشعر الوجه.

صُفَاحات lamellae
طبقات حلقية كثيفة من العظم تشكّل بنية العظم المكتنز.

صُفاحة متوسّطة middle lamella
الخط الفاصل الذي يفصل السيتوبلازما أثناء الانقسام السيتوبلازمي.

الصِفاق peritoneum
غشاء رقيق يبطّن جدار الجسم المحيط بالجوف العام.

الصَفْراء bile
سائل أخضر، يفرزه الكبد، يحطّم الدهن إلى قطرات دقيقة بحيث تتمكن الانزيمات من تفكيكها.

الصفر المطلق absolute zero
الانعدام الكلي للطاقة الحرارية. مقداره 0 ك(–273 درجة مئوية).

صَفَن scrotum
كيس جلدي يتدلّى خارج الجسم ليؤمن الحماية للخِصيتَيْن.

صُفَيحات platelets
كُسارات خلوية في الدم، ليس لها نوى، تتجمع في منطقة الجرح مسبّبة تخثّر الدم.

الصُلْبَة sclera
الغلاف الأبيض الصلب للعين.

صمام الأشعة الكاثودية cathode ray tube
أنبوب زجاجي مفرغ يستخدم في التلفزيونات لتحويل إشارات الصورة إلى حزم الكترونات. وهذه تمسح الشاشة من جانب إلى آخر لتكوين الصور.

صندوق مصوِّت sound box
علبة ترنّ وبالتالي تضخِّم الصوت الأصلي.

صُنعي (تركيبي) synthetic
مصطلح يصف المركّبات التي يتم اصطناعها بواسطة تفاعلات كيميائية في أحد المصانع.

صُهارة magma
صخور منصهرة في باطن الأرض.

صَهْر كيميائي smelting
عملية استخلاص المعدن من خامه بالتسخين لدرجات حرارة عالية، وإرجاع الخام.

صُهيرة fuse
أداة أمان ذات قطعة رفيعة من سلك ينصهر ويقطع التيار الكهربائي عندما يبلغ حدّاً زائداً.

صوتٌ تحتي infrasound
موجات صوتية ذات تردّد دون 20 هرتز.

صوت فائق ultrasound
موجات صوتية ذات تردّد أعلى من 20000 هرتز.

صودا الغسيل (ملح الصودا) washing soda
كربونات الصوديوم المميَّهة، تُستخدم في بلورات الاستحمام وفي تيسير الماء.

صورة image
منظر جسم يتشكل نتيجة لانعكاس الأشعة أو انكسارها.

صورة وهميّة virtual image
صورة تتشكّل بالانعكاس على سطح وتبدو وكأن أشعة الضوء تصدر عنها فقط.

صَيْخَد facula
سحابة من الغازات المُتوهِّجة تحيط غالباً بالبقعة الشمسية.

صيدلة جينية pharming
تعديل جيني للمتعضّيات بهدف توليد موادّ كيميائية مفيدة في مجال الطبّ.

صيد مفرط للسمك over fishing
صيد كميات كبيرة جداً من السمك، الأمر الذي لا يمكّن الأسماك من إنتاج ما يكفي من الأسماك الصغيرة لتعويض الأسماك التي تم صيدها.

صيغة كيميائية chemical formula
توليفة رموز كيميائية تبيّن الذرّات التي تتكون منها المادة ونسب وجودها.

صِيوان (الأذن) pinna
في الحيوانات، الجزء الخارجي للأذن.

(ض)

ضَامَّات sori
أكياس بالغة الصغر توجد على السطوح السفلية لأوراق السراخس، تنمو منها أبواغ السراخس.

ضباب دخاني smog
طبقة من التلوّث تتكوّن من الدخان والضباب وثاني أكسيد الكربون.

ضَخَّم amplify
كبّر الشيء، ومثال ذلك زاد جهارة الصوت.

ضغط pressure
القوة التي يبذلها جسم صلب أو سائل أو غاز على منطقة معيّنة.

ضغط جذري root pressure
ضغط الماء في جذور النبات، والذي ينتج من التناضح والفعل الشَعْري، ويدفع الماء إلى مجرى النتح.

ضغط جوي atmospheric pressure
الضغط الذي يسبِّبه وزن الهواء الضاغط على سطح الأرض.

ضَغْط المعطيات data compression
طرق تستخدم لزيادة السرعة التي تنقل بها المعطيات، بإهمال المعلومات غير المهمة.

ضفائر شعرية hair plexuses
مجموعات نهايات الألياف العصبية الحسّاسة للحركة والموجودة حول جذور الشعر.

ضوء light
موجات كهرمغنطيسية تجعل كلّ الأشياء مرئية.

ضوء مستقطَب polarized light
ضوء تحدث فيه اهتزازات الحقلَيْن الكهربائي والمغنطيسي كلاً منهما في اتجاه.

ضيائي (متالق) luminous
مصطلح يصف أيّ جسم يصدر ضوءاً.

(ط)

طاقة التنشيط activation energy
القيمة الدنيا للطاقة اللازمة لبدء تفاعل كيميائي.

طَاقَة حراريّة جَوْفيّة geothermal energy
طاقة حرارية مصدرها الصخور الجوفية.

طاقة حركية kinetic energy
الطاقة التي يمتلكها الجسم بسبب حركته.

طاقة داخلية internal energy
مجموع الطاقة الحركية والكامنة للجُسيمات في مادة ما.

طاقة شمسية solar energy
حرارة الشمس والطاقة الضوئية.

طاقة كامنة potential energy
طاقة الجسم التي يملكها بسبب وضعه في حقل قوة كالحقل الجاذبي.

طاقة كيميائية chemical energy
طاقة مخزّنة في مادة تتحرَّر أثناء تفاعل كيميائي.

طِبَاعَة بأربعة ألوان four-colour printing
استخدام نقاط الحبر الأزرق والماجنتا والأصفر والأسود لخلق الأثر الطباعي في كثير من الألوان المختلفة.

الطبّ التكميلي complementary medicine
معالجات طبية بديلة تستخدم إلى جانب الطرق التقليدية.

طبقات strata
مجموعة طبقات الصخر الرسوبي.

طبقة shell
منطقة حول نواة الذرة يوجد فيها عدد محدَّد من الالكترونات.

طبقة تحت جلدية subcutaneous layer
طبقة من الخلايا الدهنية تحت الأدمة تساعد في الحفاظ على دفء الجسم.

طبقة الصوت pitch
ارتفاع أو انخفاض نغمة موسيقية أو صوت آخر.

طبقة الفِصَال abscission layer
الطبقة التي تتشكل عند قاعدة ساق الورقة الميتة، فتعزلها عن جسم النبتة قبل سقوطها.

طَبَقة مُتَقرِّنة cornified layer
الطبقة الخارجية للبشرة، المؤلفة من خلايا جلد ميتة.

طَبْلة الأذن eardrum
طبقة نسيجية رقيقة في الأذن تهتزّ استجابة للموجات الصوتية.

طَحَالب algae
مجموعة كبيرة ومتنوِّعة من النباتات المائية البسيطة، تتراوح من المشطورات إلى الأعشاب البحرية.

طَرُوق malleable
مصطلح يستخدم لوصف الفلزّات التي يمكن صياغتها بالطرْق.

طُفيليّ parasite
عضوية تعيش وتتغذّى على حساب عضوية أخرى، مسبِّبة الأذى لها عادة، دون أن يكون لها أيّ فائدة على الإطلاق.

طلائع المَشْرَة prothalli
نباتات عروسية منبسطة لها شكل القلب غالباً تنمو من أبواغ السراخس.

طِلاَء كهربائي electroplating
طريقة لتغليف جسم بطبقة رقيقة من فِلزّ بواسطة التحليل الكهربائي.

طَلْع pollen
خلايا التناسل الذكرية في النبات.

طَنّ (رَنّ) resonate
اهتزّ أو تردّد بنفس تردّد شيء آخر.

طول الموجة wavelength
المسافة بين نقطة على موجة وبين النقطة نفسها على الدورة التالية للموجة.

طيف الضوء المرئي visible light spectrum
القطاع الضيِّق من الطيف الكهرمغنطيسي الذي يستطيع الانسان أن يراه. وهو يتألّف من الضوء الأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والنيلي والبنفسجي.

طيْف كهرمغنطيسي electromagneticspectrum
ترتيب الموجات الكهرمغنطيسية تبعاً لطول الموجة والتردد.

(ظ)

ظاهرة كهراجهادية piezoelectric effect
الاهتزاز المنتظم الناتج عن تسليط فلطية بين أوجه بلورة كالكوارتز. تستخدم في قياس الوقت.

ظِلّ umbra
خيال داكن يتشكّل في المنطقة التي لا يصلها الضوء.

الظُنْبوب tibia
عظم الساق الأكبر. انظر أيضاً الشظيّة fibula.

الظنبوبية الأمامية tibialis anterior
عضلة تتمدّد أسفل الظنبوب، تستخدم في المشي.

ظِهارة epithelium
أي نسيج يشكّل غطاء سطح أو بطانة تجويف.

ظِهارة عضلية perimysium
طبقة واقية تحيط بالحزمة في العضلة.

(ع)

عائل (ثَوِيّ) host
عضوية يعتاش منها أحد الطفيليّات.

عَاج dentine
المادة المكوِّنة لطبقة السن تحت التاج.

عارض البلورات السائلة liquid crystal display (LCD)
عارض مكوَّن من مركّبات تدعى البلورات السائلة يستخدم على سبيل المثال، في الساعات الرقميّة.

عازل insulator
مادّة ليس بإمكانها توصيل التيار الكهربائي، أو لا تنقل الحرارة جيداً.

عَاشِب (آكِل العشب) herbivore
حيوان يتغذّى على النباتات فقط.

عالَم kingdom
المجموعة الأضخم التي تصنّف فيها الكائنات الحيّة.

عامل مُمْرِض pathogen
عضوية مجهرية، كالفيروس أو الجرثوم، تسبّب المرض.

عُبّاد الشمس litmus
مادة تُستخلص من الأُشنات لاستعمالها كمُشْعِر.

عدد أفوغادرو Avogadro number
عدد الذرّات أو الجزيئات الموجودة في مول واحد من المادة، وهو يساوي 6.023×10^{23}

العدد الذرّي atomic number
عدد البروتونات في نواة الذرّة.

العدد الكُتلي mass number
العدد الكلي للبروتونات والنيوترونات في نواة الذرة.

عَدَسَة lens
قطعة من مادة شفّافة ذات سطحين مقوّسين، تسبّب انحناء الضوء لدرجة ما.

عَدَسة جسمية objective lens
عدسة تكسر الضوء الصادر عن جسم لتشكل له صورة مقلوبة أكبر.

عَدَسَة مُباعِدَة diverging lens
عدسة تسبّب تباعد أشعة الضوء المتوازية المارّة عبرها.

عَدَسَة مُحَدّبَة convex lens
عدسة يكون أحد سطحيها أو كلاهما منحنياً للخارج.

عَدَسَة مُقرِّبة converging lens
عدسة تتسبّب بتقريب أشعة الضوء المتوازية المارّة عبرها.

عَدَسة مُقعّرة concave lens
عدسة يكون أحد سطحيها أو كلاهما منحنياً للداخل

عُدَيْسات lenticels
فتحات بالغة الصغر في قلف الشجرة تسهّل عملية التبادل الغازي للأكسجين وثاني أكسيد الكربون.

عُرْض النطاق bandwidth
عدد البايتات التي يمكن أن يعالجها معالج صُغري.

عَزْم moment
عزم الدوران لقوة، يقدّر بالنيوتن متر (Nm).

عُصَارات مَعدية gastric juices
سوائل حمضية في المعدة تفكّك الطعام وتقتل الجراثيم.

عُصَارات هَضْمِيّة digestive juices
موائع تفرزها الغدد الهضمية، تحوي انزيمات تفكّك الطعام إلى موادّ أبسط.

عُصَارة خلوية cell sap
سائل سكّري يوجد داخل الفجوة في خلايا النبات.

العَصَب البصري optic nerve
العصب الذي يرسل النبضات من العين إلى الدماغ.

العَصَب السمعي auditory nerve
انظر عضو كورتي organ of Corti.

عَصَبونات neurons
خلايا عصبية.

عَصَبونات ترابطيّة association neurons
عصبونات في الدماغ والحبل الشوكي تفسّر المعلومات الواردة من العصبونات الحسيّة، ثم تمرّر التعليمات إلى العصبونات الحركية.

عَصَبونات حركية motor neurons
عَصَبونات تنقل التعليمات من الجهاز العصبي المركزي إلى الجسم، حيث يتم تنفيذها.

عَصَبونات حِسِّيّة sensory neurons
عصبونات تنتهي بمستقبلات حسّاسة. تنقل معلومات حول المنبّهات من المستقبلات إلى الجهاز العصبي المركزي.

عُصور جليديّة ice ages
فترات من تاريخ الأرض غطّت فيها المجلدات معظم سطح الأرض.

العُصَيّات rods
خلايا عصوية الشكل في الشبكيّة، تكون حسّاسة للضوء، ولكن ليس للألوان.

العَضُد humerus
العظم الموجود في أعلى الذراع.

عضلات إراديّة voluntary muscles
عضلات، كعضلات الذراع، يمكن التحكم بها بصورة واعية.

عضلات حَشَوية visceral muscles
عضلات في جدران الأعضاء الداخلية كتلك الموجودة في الأمعاء.

عضلات دائرية circular muscles
عضلات في القُزَحيّة تتقلص في الضوء الساطع، فتنكمش الحدقة لتجنّب الانبهار.

عضلات شعاعية radial muscles
عضلات في القُزَحية تتقلّص في الضوء الضعيف لتمدّد (توسّع) الحدقة (البؤبؤ)، الأمر الذي يسمح بدخول المزيد من الضوء إلى العين.

عضلات الصدر pectoralis muscles
عضلات الصدر تكون متطوّرة بصورة شديدة في الطيور حتى تستعمل في الطيران.

عضلات لا إراديّة involuntary muscles
عضلات، مثل القلب، تعمل بصورة تلقائية.

عضلات ناصبة للشعر hair erector muscles
عضلات صغيرة جداً في الجلد تعمل على إيقاف الشعر.

عَضَلات هُدْبية ciliary muscles
عضلات في العين تغيّر شكل العدسة.

عضلات هيكلية skeletal muscles
عضلات إرادية يتصل معظمها بالهيكل العظمي بواسطة الأوتار.

عضلات وَرْبيّة intercostal muscles
عضلات بين الأضلاع تتقلّص عند الشهيق لتوسيع التجويف الصدري، ثم تسترخي عند الزفير.

العضلة الأخْمَصِيّة soleus
عضله ربلة الساق المسطّحة الواقعة تحت عضلة الساق.

العضلة البطنية المستقيمة rectus abdominis
عضلات المعدة.

العضلة الجَبْهيّة frontalis
العضلة التي ترفع الحاجبَيْن وتُجعِّد الجبهة.

العضلة الخَيَاطيّة sartorius
عضلة الفخذ الطويلة التي تسمح للساق بالانثناء.

العضلة الدَالِيّة deltoid
عضلة الكتف الكبيرة التي تسمح بحركة الذراع العليا.

العضلة الرشيقة gracilis
عضلة الفخذ الداخلية التي تسمح للساق بالانثناء والالتواء.

عَضَلة السَّاق gastrocnemius
عَضَلة الرَّبْلَة.

عضلة شادّة agonist
العضلة التقلّصية التي يعاكس تأثيرها العضلة الضّادة.

العضلة شبه المنحرفة trapezius
واحدة من زوج من العضلات المثلّثية الشكل المنبسطة، التي تغطي الكتفين والظهر. وهي تَعْدُل المنكب.

عضلة ضَادّة antagonist
عضلة الارتخاء في زَوْج عضلات تضادّي.

العضلة الوحشية المتّسعة vastus lateralis
عضلة فوق الرّكبة تسمح برفع أسفل الساق.

عُضو organ
جزء من الجسم له وظيفة خاصة، يتألّف من أنواع مختلفة من النسج المرتبطة مع بعضها بعضا، كالدماغ مثلاً.

عُضوا جاكبسون Jacobson's organs
نُقرتان في سقف فم الأفعى، تَستخدمهما للشم والتذوّق.

عضو طَبْلي tympanal organ
عضو سمع بسيط يوجد في حيوانات كالضفادع، يتألّف من جوف طبلي على سطح الجسم يمرّر الاهتزازات إلى كيس هوائي يحتوي على مستقبلات.

عضو كورتي organ of Corti
غشاء يقع داخل القوقعة، يحتوي على خلايا شعرية تحوّل اهتزازات الصوت إلى نبضات عصبية. تُرسل هذه النبضات على طول العصب السمعي إلى الدماغ، ما يمكّن من السمع.

عضو مجوّف pit organ
عضو على رأس الأفعى يسمح لها بكشف حرارة جسم فريستها من بعد.

عُضويات منتِجة (ذاتية التغذّي) producers
عضويات عند المستوى الغذائي الأدنى للسلسلة الغذائية، أي، النباتات، توفّر الطاقة لكل العضويات التي تعلوها في السلسلة.

عُضوية organism
أيٌّ من الكائنات الحية.

عُضَيّة organelle
أيٌّ من الأجزاء الصغيرة الموجودة داخل خلية نباتية أو حيوانية. تكون للأنواع المختلفة من العُضيات وظائف مختلفة.

عَطَالة (قصور ذاتي) inertia
مَيْل الأجسام لمقاومة أيّ تغيُّر في حركتها.

عظم اسفنجي spongy bone
نوع خفيف ومتين من العظم مؤلّف من شبكة من الترابيق والفجوات الهوائية.

عَظْم ضامّ compact bone
العظم المشكّل للطبقة الخارجية لكل العظام، يتكوّن من الصُفاحات.

عَظْم الفَخْذ femur

عَفَنٌ mildew
نوع من الفطر البسيط، يظهر غالباً على شكل رقع دقيقة (ذروريّة) سوداء أو بيضاء.

عَفَنٌ mould
نوع من الفطر البسيط يشكّل نمواً قُطْني الشكل على مادة حيّة أو ميّتة.

عُقْدة node
موضع في ساق النبات تنمو منه الورقة.

عُقد لمفية lymph nodes
أعضاء صغيرة موجودة على شكل تجمّعات على طول الجهاز اللمفي، تنتج خلايا الدم البيضاء وتحتجز الجراثيم.

علاقة تكافليّة symbiotic relationship
علاقة بين متعضّيَيْن يستفيد كلٌ منهما من الآخر.

علامة منبّهة sign stimulus
عرض بصري يثير استجابة محدَّدة من مخلوق آخر، مثلاً عندما يعرض طائر أبو الحنّاء صدره الأحمر مظهراً عدوانيته.

علامة موسيقية (نغمة) note
صوت موسيقي لطبقة صوتية معينة.

علم البيئة ecology
دراسة العلاقة بين الكائنات الحية وبيئاتها.

علم التشريح anatomy
علم بنية الجسم.

علم الحيوان zoology
الدراسة العلمية للحيوانات.

علم الطيران aeronautics
علم السفر عبر الغلاف الجوي للكرة الأرضية.

علم الفلزّات metallurgy
دراسة العناصر الفلزية وطرق استخراجها.

علم الفلك astronomy
علم الأجرام السماوية.

علم النبات botany
علم النباتات.

عِلْم الوراثة genetics
دراسة الجينات.

على الشبكة online
متّصل بالإنترنت.

عُمْر نِصفيّ half-life
الفترة الزمنية التي تتطلبها نصف الذرّات المشعّة في عيّنة لكي تضمحل إشعاعياً.

عَمود التَجْزئة fractionating column
جهاز يُستخدم لتقطير مزيج من الموادّ ذات نقاط غليان مختلفة.

عمود فقري (سَيْساء) vertebral column (spine)
العمود الفقري المؤلّف من الفقرات.

عميل إرجاع reducing agent
مادة تأخذ الأكسجين من مادة أخرى أثناء تفاعل الإرجاع – الأكسدة ، أو تفقد الكترونات أو هيدروجين.

عميل إنْكاز dehydrating agent
مادة تنزع الماء المتحِّد كيميائياً مع مادة أخرى.

عميل مؤكسِد oxidizing agent
مادة تعطي أكسجيناً أو تتلقّى الكترونات أو هيدروجيناً في تفاعل إرجاع وأكسدة.

عنصر element
مادة مكوّنة من نوع واحد من الذرّات لا يمكن تفكيكها بالتفاعل الكيميائي إلى مواد أكثر بساطة.

عُنُق cervix
ممر عضلي في أسفل الرحم، ينتهي بفتحة على المهبل.

عوالق حيوانية zooplankton
حيوانات مجهرية تطفو على سطح البحار والمحيطات.

عوالق نباتية phytoplankton
نباتات مجهرية تطفو على سطح البحار والمحيطات.

عَيْر (ضلع متوسط) midrib
العرق المركزي للورق.

عَيْن مركّبة compound eye
عين مؤلّفة من كثير من العدسات البالغة الصغر، كالموجودة في الحشرات.

عَيْنيّة eyepiece
عدسة على أداة بصرية تكسر الضوء القادم من العدسة الجسمية.

(غ)

غاز gas
حالة للمادة لا يكون لها فيها أيّ شكل أو حجم ثابتَيْن.

غازات حيوية biogases
غازات قابلة للاحتراق، تنتج عن تفسُّخ المادة العضوية، وتستخدم كوقود.

غاز خامل (غاز نادر) noble gas
أيٌّ من الغازات الستة الخاملة كيميائياً الموجودة في الغلاف الجوي والتي تشكّل معاً المجموعة VIII في الجدول الدوري للعناصر. من أمثلتها الأرغون والنيون.

غدة البروستاتة prostate gland
غدة تحيط بقمة إحليل الذكر تقوم بصنع بعض السائل في المني.

غدّة المفتر nectary
منطقة من الخلايا عند قاعدة بتلة الزهرة تفرز الرحيق.

غُدد glands
أعضاء تفرز مواد حيوية للأعمال التي يقوم بها.

غُدد ثديية mammary glands
غدد في إناث الثدييات تدرّ اللبن لتغذية صغارها.

غُدد دمعيّة lachrymal glands
غدد فوق العينين تفرز الدموع لإبقائهما نديّتين ونظيفتَيْن، ولمقاومة العدوى أيضاً.

غُدد زُهميّة sebaceous glands
غدد في الجلد تفرز زيتاً، يدعى الزُهْم، يبقي الجلد صامداً للماء وطريّاً.

غُدَدٌ صمّاء endocrine glands
غدد لا قنوية تفرز الهرمونات.

غُدَد هَضْميّة digestive glands
غدد موجودة في الجهاز الهضمي، تفرز عصارات هضمية.

غِدْفَة testa
غلاف واق ومتين للبذرة.

غرافيت graphite
شكلٌ متغاير ليّن ورقائقي للكربون ترتبط فيه كل ذرّة بثلاث ذرات أخرى في تكوين طبقي.

غَرْواني colloid
مزيج من جسيمات متناهية الصغر من مادة تنتشر في مادة أخرى دون أن تذوب بها.

غشاء الخلية cell membrane
طبقة رقيقة تحيط بسيتوبلازما الخلية. تشكل، في خلايا الحيوانات، الطبقة الخارجية. أما في الخلايا النباتيّة، فهي تقع تحت الجدار الخلوي.

غشاء نووي nuclear membrane
الغشاء الخارجي المزدوج الطبقة لنواة الخلية.

غُضْروف cartilage (gristle)
نسيج أبيض مرن ومتين يُوسِّد، في معظم الحيوانات، المفاصل ويكوّن بعض أقسام الجسم كالآذان والرُغامى. يشكّل هياكل الفقاريات اليانعة، والأسماك مثل القرش.

غُضُون rugale
طيّاتٍ (ثنيات) في بطانة بعض الأعضاء، كالمعدة، تتسطّح عند امتلاء العضو.

غطاء operculum
سديلة تغطّي الخياشيم (الغلاصم) في السمك العظمي.

غَلاصِم (خَياشيم) gills (branchia)
أعضاء التنفّس عند معظم المخلوقاتِ المائية.

غلاف الكترونيّ electron shell
منطقة حول نواة الذرة يمكن أن يتواجد فيها عدد معين من الالكترونات.

الغلاف الأوسط mesosphere
طبقة في الغلاف الجوي المتوسط لا تحتوي على سحب أو أوزون.

الغلاف الحراريّ thermosphere
طبقة شديدة الحرارة في الغلاف الجوي العلوي.

الغلاف الخَارجي exosphere
الطبقة الأبعد للغلاف الجوي، والتي تندمج مع الفضاء.

الغلاف السفليّ troposphere
الطبقة الدنيا من الغلاف الجوي، وهي تحتوي على80% من غازاته وكلّ طقسه.

الغلاف الصخري lithosphere
الطبقة الخارجية للأرض، تشمل القشرة والوشاح العلوي.

غلاف ضوئي photosphere
سطح الشمس المكوّن من الغازات المخضيّة.

الغلاف الطبقي stratosphere
طبقة في الغلاف الجوي الأوسط تحتوي على طبقة الأوزون.

غَلْفَنَة galvanizing
طريقة لحماية الفولاذ بتغليفه بالزنك.

غلوكاغون glucagon
هرمون يرفع مستوى الغلوكوز في الدم.

غلوكوز glucose
نوع من السكّر تستهلكه الكائنات الحيّة للحصول على الطاقة.

غليسرول glycerol
كحول يتفاعل مع الحموض الدهنية لإنتاج الدهون والزيوت.

غليكوجين glycogen
شكل من النشاء يُخزَّن في الكبد ويتحول عند الحاجة إلى غلوكوز.

غِمْد العَضَلة epimysium
طبقة متينة واقية تحيط بالعضلة.

غير مَزُوج immiscible
المصطلح الذي يصف سائلين أو أكثر لا يمتزجان مع بعضهما بسهولة.

غَيْريُّ التغذّي heterotrophic
مصطلح يصف العضويّات التي تعتمد في غذائها على كائنات حية أخرى.

(ف)

فاعلية إشعاعية radioactivity
انطلاق الإشعاع من نوى ذرّات غير مستقرة.

فِبْرين fibrin
مادة مؤلّفة من خيوط لزجة، تنتج عن التفاعلات الكيميائية في الصُفَيْحات، حيث تتشابك لتكوين خثرة دموية.

فُتحات تنفّسية spiracles
ثقوب صغيرة في أجسام الحشرات تتنفّس من خلالها.

فَتْحات غَلْصَميّة gill slits
فتحات على جوانب المخلوقات المائية، كالأسماك، تسمح بمرور الماء عبر الغلاصم وخروجه من الجسم.

فُتْحة aperture
في الكاميرا، ثقب مَضْبُوط يتحكّم، مع المِغْلاق، في كمية التعرّض للضوء.

فَتْرة الحَمْل gestation period
الزمن الذي يقضيه جنين الحيوان في الرَحِم قبل ولادته.

فَجْوة vacuole
كيس مملوء بالمائع داخل خلية النبات أو الحيوان. ولمعظم الخلايا النباتية فجوة دائمة كبيرة، في حين تميل الخلايا الحيوانية لامتلاك فجوات مؤقّتة أصغر.

فَجْوة قَلوصة contractile vacuole
كيس صغير جداً في جسم كائن وحيد الخلية، يتيح له المحافظة على توازنه المائي.

فُراديّات monera
عضويات مجهرية، كالبكتيريا، ليس لها نوى في خلاياها.

فرق الجهد (فلطية) potential difference
الشغل اللازم لدفع مقدار معين من الشحنة الكهربائية بين نقطتين على مسار توصيلي. يقاس بالفلط (V).

فُرْن عال blast furnace
فرن يستخدم لصهر خام الحديد.

فَسْفَرة phosphorescence
فَلْوَرة (تألّق) تستمر بعد خمود المنبع الطاقوي الذي ولّدها.

فُسفور أبيض white phosphorus
الشكل المتغاير الأكثر فعالية للفسفور، وهو صلب أبيض سامّ يتّقد ذاتياً في الهواء.

فسفور أحمر red phosphorus
شكل متغاير ذَرّوري للفسفور ذو لون أحمر داكن، يستخدم في صنع عيدان الثقاب.

فسفور متألّق phosphor
مادة كيميائية تتألّق عند امتصاصها للطاقة.

فصل النموّ growth season
سنة واحدة من عمر النبات.

فَصيلة family
في التصنيف الكلاسيكي، أكبر جزء فرعي من الرتبة.

فُطر جذري mycorrhizae
فطر يتغذّى على جذور النباتات الحية.

فُطريّات fungi
كائنات حية تشبه النباتات، إلا أنها لا تقدر على صنع غذائها الخاص، لذلك تتغذى على النباتات والحيوانات الميتة أو الحيّة.

فعل انعكاسي reflex action
نمط من الفعل اللاإرادي، حركة فجائية عادة، مثل تحرّك الذراع بعيداً عن شيء حارّ.

فعل شَعْري capillary action
العملية التي يتم خلالها رفع سائل في قناة ضيقة نتيجة الالتصاق بجدرانها.

فَقار (فقرات) vertebrae
33 عظمة متواشجة تؤلّف العمود الفقري عند الإنسان.

فقاريّ vertebrate
حيوان يملك عموداً فقرياً.

فَقْم mandible
جزء من فم الحشرة، يستخدم في الإمساك أو القَرْض.

فكّ سفلي mandible
عظم الفكّ السفلي.

فكوك maxillae
أجزاء من أفواه الحشرات تستخدم لدفع الطعام داخل الفم.

فلزّات metals
أكبر طائفة من العناصر. وهي في الأغلب لمّاعة وصلبة عند درجة حرارة الغرفة، ولها نقاط انصهار عالية، توصِّل الكهرباء وتشكّل كاتيونات.

فلزّات الأتربة القلوية alkaline earth metals
الفلزات الستّة، بما فيها المغنيزيوم والكلسيوم، التي تشكل المجموعة II من الجدول الدوري للعناصر.

الفِلزّات الانتقالية transition metals
المجموعة الأكبر من الفِلزّات، والتي تكون بمعظمها صلبة ومتينة في الطبيعة.

الفِلزّات الانتقالية الداخلية inner transition metals
مجموعة فرعية من الفِلزّات الانتقالية لها خصائص متماثلة، كالتفاعلية العالية.

الفِلزّات الطريّة (الرخوة) poor metals
مجموعة من تسعة فلزات، بما فيها الألمنيوم والرصاص. تعتبر بمعظمها كثيرة الطراوة، وهي تُخلط عادة مع مواد أخرى لصنع السبائك.

الفِلزّات القِلويّة alkali metals
الفلزّات الستة الشديدة التفاعل، بما فيها البوتاسيوم والصوديوم، التي تشكل المجموعة I من الجدول الدوري للعناصر.

فلزّ افتدائي sacrificial metal
فلزّ يُستخدم في طلاء فلز أقل تفاعلية، فيوفّر له الحماية بتآكله أولاً.

فلزّاني metalloid
عنصر يشاطر الفلزّات واللافلزّات في بعض خصائصها.

فلط (V) volt
وحدة فرق الجهد.

فَلْقة (ورقة بذرية) cotyledon (seed leaf)
أول نوع من الأوراق ينمو على النبتة.

الفَلْكة epiglottis
سَدِيلة تُغلِق الرغامى خلال البلع لمنع الغصص.

فَلْكَنَة vulcanization
عملية تستخدم لتمتين المطاط وتقويته عن طريق تسخينه مع الكبريت.

فَلْوَرَة fluorescence
قدرة مواد معينة على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية، أو أشكال أخرى من الطاقة، وإصدارها بشكل ضوء.

فلُوريد fluoride
أيّ مركّب لاعضوي للفلور.

فولاذ لا يصدأ stainless steel
سبيكة من الفولاذ والكروم تتميَّز بالقوة ومقاومة التآكل.

فُوَّهة crater
1- الثقب الموجود عند قمّة البركان. 2- الثقب المتشكّل على سطح كوكب نتيجة اصطدام نيزك.

فيرمون pheromone
مادة كيميائية يولّدها حيوان ما لإرسال رسالة إلى حيوانات من نفس النوع، لجذب الزوج مثلاً.

فيروسات viruses
خيوط من DNA (أو حمض قريب يدعى RNA) موجودة في غلاف واق. لا تستطيع العيش من ذاتها، لكنها تغزو الخلايا الحيّة لكي تتكاثر، مسبّبة على الأغلب بعض الأمراض، كالزكام.

الفيزياء الفلكية astrophysics
العلم الذي يدرس المظاهر الفيزيائية والكيميائية للأجرام السماوية.

الفيزيولوجيا (علم وظائف الأعضاء) physiology
الدراسة التي تتناول العمليات الحياتية للنباتات والحيوانات.

فيلم إيجابي positive film
فيلم فوتوغرافي يُظهر الصور في الوان صحيحة.

فيلم سلبي negative film (reversal film)
فيلم فوتوغرافي تبدو فيه الأجزاء المضيئة للصورة داكنة والأجزاء الداكنة مضيئة.

(ق)

قابل للالتهاب (لَهُوب) inflammable
صفة لما هو عُرضة للاشتعال.

قَارت omnivore
حيوان يتغذّى بالنبات واللحم معاً.

قَارّة continent
أيٌ من الكتل الأرضية الضخمة السبع التي تنقسم إليها اليابسة على سطح الأرض، وهي: آسيا، إفريقيا، أميركا الشمالية والجنوبية، القارة القطبية الجنوبية، أوروبا، أستراليا.

قاعدة base
1- مادة يمكن أن تتقبّل أيونات هيدروجين الحمض وتعتبر المادة الكيميائية المضادّة للحمض. 2- في علم الوراثة، أيٌ من المركّبات الأربعة التي تتحد بطرق مختلفة لتشكيل درجات السُلّم للولب المزدوج للحمض النووي الريبي المنقوص الأكسجين DNA. وهي معروفة بحروفها الأولى ادينين A، ثيمين T، غوانين G، سيتوزين C.

قَانِصَة gizzard
في الطيور، جُيَب ثخين الجدران يحتوي على حوّاف عضلية وحصى صغيرة لطحن الطعام الصُلب.

القِحْف cranium
عظم الجمجمة.

قَدْر magnitude
تدرّج يُقاس من خلاله سطوع النجوم.

قدرة power
معدّل العمل المنجَز أو الطاقة المستهلكة. يقاس بالواط (W).

قدرة كهرمائية hydroelectric power
قدرة تولّدها التوربينات التي تديرها مساقط المياه (الشلاّلات).

قَدْر ظاهري apparent magnitude
سطوع نجم كما يشاهد من الأرض.

قَدْرٌ مُطْلق absolute magnitude
السطوع الفعلي لنجم في الفضاء.

القُدَيْح cupula
رُقْعَة هُلامية موجودة في أُنبولة، فيها خلايا شعرية حسّاسة ترسل إلى الدماغ معلومات متعلقة بدوران الرأس وإمالته.

قَذْف ejaculation
دَفْق المني خارج القضيب، بسبب تقلّص العضلات المحيطة بالإحليل.

قراتين keratin
بروتين صامد للماء، تتكون قرون الحيوانات والشعر والأظافر والأرياش بمعظمها منه.

قرصٌ صلب hard disk
مجموعة الأقراص المغنطيسية في الحاسوب التي تواصل تخزين المعلومات فيه بعد قطع الكهرباء عنه.

قُرْص مُدْمَج (compact disc (CD
قرص صقيل تخزَّن فيه المعلومات رقمياً بشكل سلسلة من النُقَر، ويُقرأ بواسطة حزمة ليزرية.

قُرْمَة corm
قاعدة قصيرة وثخينة لساق النبات، مملوءة بالطعام.

قَرْن legume
1- ثمرة جافّة ترتبط البُذور فيها بالجدار الداخلي للثمرة. من أمثلتها قرن البِسِلّى (البازلا). 2- نبات حامل للقرون.

القَرْنيّة cornea
الغطاء الشفّاف الذي يحمي مقدّمة العين.

القُرَيْبة utricle
كيس بين القنوات الهلالية والكُيَيْس، يسكن في البقعة.

القُزَحيّة iris
الجزء الملوَّن للعين، يحتوي على عضلات تتحكَّم في حجم الحدقة (البؤبؤ).

قُسامات metameres
شُدف متطابقة تقريباً تنقسم إليها أجسام بعض الحيوانات، كالديدان مثلاً.

قِشْرَة cortex
1- النسيج الذي يحيط بنسيج وعائي في نبات وعائي. 2- الجزء الخارجي لأيّ عضو حيواني.

القِشْرة الأرضية crust
طبقة من الصخور بين السطح الخارجي للأرض والوشاح.

قشرة المخّ cerebral
الطبقة الخارجية للدماغ.

القصّ sternum
عظم الصدر.

قَصَبات bronchi
أنبوبان ثخينان يتفرّعان من الرُغامى إلى داخل الرئتين.

قصبات ثالثية tertiary bronchi
فروع أصغر تنقسم إليها القصبات الثانوية.

قَصَبات ثانوية secondary bronchi
تفرّعات أصغر تنقسم إليها القصبات داخل الرئتين.

قَصبات هوائية tracheae
أنابيب في جسم الحشرة، تصل الفتحات التنفّسية بالقُصَيْبات.

قَصَبَة (فوْهة) vent
العنق الرئيسي الذي تتدفق الصهارة عبره من وسط البركان.

قُصَيْبات bronchioles
أنابيب دقيقة في الرئتين تتفرع من القصبات الثالثية وتنتهي بالأسناخ.

قَصير الأجل (زائل) ephemeral
مصطلح يستخدم لوصف الكائنات الحية ذات دورات الحياة القصيرة جداً، مثل بعض الأزهار الصحراوية.

القضيب penis
العضو الذي ينقل الذكر من خلاله النِطاف مباشرة إلى جسم الأنثى. وهو يفرغ البول أيضاً.

قُطب pole
1- نهاية محور، خصوصاً محور الأرض. 2- مربط أو الكترود (مسرى) كهربائي. 3- أيٌّ من نقطتين على مغنطيس حيث تكون قوة التجاذب أو التنافر أشد ما يمكن.

القطب الجنوبي south (south-seeking) pole
جزء من المغنطيس يشير إلى الجنوب.

القطب الشماليّ north (north-seeking) pole
الجزء من المغنطيس الذي يتجه نحو الشمال.

قُلْب cambium
طبقة من الخلايا الرقيقة الضيقة الجدران تنتج نسيجاً خشبياً ولحاء جديدَيْن.

قَلْب (نواة) core
1- الجزء المركزي لجسم، كالشمس مثلاً. 2- المنطقة الواقعة داخل ملف كهربائي.

القلب الداخلي inner core
الجزء الصلب الأعمق من الأرض، يبلغ قطره 1250 كيلومتراً تقريباً.

قلبي cardiac
كل ما يتعلق بالقلب heart.

قُلْفَة foreskin
ثَنْية جلدية رخوة تحمي الرأس الحسّاس للقضيب.

القَلَم style
جزء من المدقَّة يصل الميسم بالمبيض.

قَلَنْسوة الجَذْر root cap
طبقة من الخلايا تحمي جذر النبتة عند تغلغله في التربة.

قِلْي alkali
قاعدة تذوب في الماء.

قمر moon
تابع طبيعي يدور حول كوكب أو كُوَيْكِب.

قمر (تابع) satellite
أي جرم يدور حول نجم أو كوكب أو كويكب.

قمر اصطناعي (ساتل) satellite
جهاز من صنع الإنسان يدور حول الأرض ويستخدم لجمع المعطيات العلمية أو لاستلام وإرسال الإشارات الراديوية.

قِمعْ infundibulum
فتحة قمعية الشكل عند نهاية أنبوب فالوب.

قِنَابة bract
ورقة عند قاعدة سويق الزهرة تعمل غالباً على حماية البراعم.

قناة الأذن ear canal
ممرٌّ في الأذُن يوجِّه الموجات الصوتية باتجاه طبلة الأذن.

قناتان دمعيّتان lachrymal canals
قناتان تصرفان الدموع من العين إلى الأنف.

قناتان منويّتان sperm ducts
أنبوبان ينقلان المني (النطاف) من البربخ إلى الإحليل.

قناة الجذر root canal
القناة الموجودة في جذر السن والتي تدخل منها الأوعية الدموية والأعصاب إلى التجويف اللُّبي.

قناة هافِرسْ haversian canal
قناة في العظم المكتنِز تمرّ من خلالها الأوعية الدموية.

القناة الهضمية (digestive tract (alimentary canal
الأنبوب الذي يمرّ فيه الطعام في الحيوان، ويمتدّ من الفم إلى الشَرْج.

قنبلة بركانية volcanic bomb
كتلة من الصُهارة تُقذف إلى الهواء خلال الثوران البركاني.

قنبلة هيدروجينية hydrogen bomb
سلاح نوويّ يستخدم طاقة الاندماج النووي.

قنوات فولكمان Volkmann's canals
أقنية صغيرة جداً في العظم تنقل الأوعية الدموية والأعصاب إلى الخلايا العظميَّة.

القنوات الهلالية semicircular canals
العُرَى الثلاث في الأذن الداخلية (الباطنة)، تتموضع في ثلاثة مستويات مختلفة للحركة. تحوي الأقنية الهلاليةُ وتستخدم للحفاظ على التوازن.

قواطع carnassials
أسنان مثلّمة عريضة موجودة في اللواحم، تستخدم في تقطيع اللحم.

قواطع incisors
الأسنان الأمامية الحادة التي تعمل معاً على تمزيق الطعام وتفتيته.

قُوَّة force
دَفْع أو جذب جسم ما.

قوة اتحاديَّة combining power
انظر تكافؤ valency.

قوة جابذة centripetal force
قوة تعمل على إبقاء الجسم يتحرك في دائرة.

قوّة الرفع lift
قوة نحو الأعلى يولّدها شكل المنساب الهوائي، مثل القوة الناشئة عن أجنحة الطائرة المحلّقة في الجو.

قُوَّة كهربائية electric force
التأثير الذي تملكه الجسيمات المشحونة كهربائياً على بعضها البعض.

قُوَّة مُحَصِّلة resultant force
التأثير الكليّ لمجموع القوى المؤثِّرة على أحد الأجسام.

قوس انعكاسية reflex arc
الطريق الذي تسلكه نبضة (دفعة) عصبية في فعل انعكاسي.

القَوْقَعَة cochlea
أنبوب حلزوني الشكل في الجزء الداخلي للأذن، مملوء بمائع يمرِّر الاهتزازات الصوتية من النافذة البيضوية إلى خلايا مهدَّبة على عضو كورتي.

القولون colon
القسم الأولي من المعى الغليظ.

قوى التلامس contact forces
القوى التي تتطلَّب تلامس جسمَيْن أو اكثر لاحداث أثر معين.

(ك)

كأسيّات sepals
بنيات تشبه الأوراق تعمل على حماية البراعم.

كائن معدّل جينيّاً GMO

كاتيون cation
أيون موجب الشحنة.

كاثود cathode
في التحليل الكهربائي، الالكترود ذو الشحنة السالبة.

كاروتين carotene
خضاب طبيعي ينتج اللونين الأحمر والبرتقالي.

كاشف (مُشعِر) indicator
مادة يتغيَّر لونها في وجود حمضٍ أو قِلي، وهي تُستخدم عموماً للتمييز بينهما.

كالديرا caldera
فوهة عريضة جداً تتشكل عندما ينفجر الجزء العلوي من بركان أو ينهار إلى غرفة الصهارة في الأسفل.

كالوري Calorie
الاسم الشائع للكيلو حريرة.

كامد opaque
مصطلح يصف جسماً لا يستطيع الضوء المرور عبره.

كاوٍ caustic
مصطلح يستخدم لوصف مادة شديدة القلوية حارقة أو أكّالة.

الكَبِد liver
عضو كبير يفرز الصفراء، ويفكّك الحموض الأمينية الموجودة في الطعام إلى يوريا، ويرشّح بعض السموم، ويخزّن الغليكوجين والمعادن والفيتامينات.

كبديّات liverworts
نباتات قليلة النموّ ليس لها جذور أو سوق أو أوراق حقيقية، تنمو في الأماكن الرطبة الظليلة.

كبريت أحادي الميل monoclinic sulphur
شكل متغاير من الكبريت ذو بلورات طويلة ورقيقة.

كبريت معينّي rhombic sulphur
الشكل المتغاير الأكثر شهرة للكبريت، ذو جزيئات مُحكمَة التزاوج.

كَبْل الألياف البصرية fibre-optic cable
كبل مصنوع من كثير من الألياف الزجاجية أو البلاستيكية، يستخدم في توصيل الضوء.

كُبَيْبَة glomerulus
كُرة من الشُعيرات الدموية الملتفّة على بعضها في الكليون، يرشح فيها الضغط العالي الغلوكوز والماء والأملاح خارج الدم إلى بنيات قلنسوية الشكل تسمى محافظ بومان.

إلكترونيّات رقمية digital electronics
إلكترونيات تستخدم النبضات الكهربائية.

كَتِف scapula
عظم الكتف (المنكب).

كتلة mass
كمية المادة المحتواة في جسم.

كتلة حيوية biomass
الوزن الكلي لجميع الكائنات الحية الموجودة في مَوْطن ما.

الكتلة الذرّية النسبية relative atomic mass
معدّل العدد الكتلي للذرّات في عيّنة أحد العناصر.

كثافة density
مقدار كمية المادة مقارنة بحجمها.

كثافة نسبية relative density
كثافة مادة ما بالنسبة لكثافة الماء.

كثير الأرجل myriapod
مخلوق ذو أرجل عديدة.

كُحُول alcohols
طائفة متماثلة من المركّباتِ العضوية ذات الصيغة العامة C_nH_{2n+1}، فالإيثانول مثلاً صيغته C_2H_5OH.

كَرْبَلَة carpel (or pistil)
عضو التكاث ر الإنثوي للنبات.

كربون carbon
عنصر يوجد في الكائنات الحية.

كربونات carbonates
مجموعة أملاح تحتوي على أيون الكربونات (CO^{2-}_3).

كربوهيدرات carbohydrates
مركّبات عضوية تحتوي على الكربون والهيدروجين والأكسجين.

كُرسي الزهرة receptacle
قمة السُوَيْق الممتد التي ينمو منها البرعم.

كريبتون krypton (Kr)
غاز خامل يُستخدم في ملء الأنابيب المتفلْوِرة.

كُرَيّة pellet
كرة مكتنزة للأجزاء العسيرة الهضم، كالعظام، تتقلّسها (تتقيأها) بعض الطيور التي تبلع فريستها كلها بلعة واحدة، كالبوم.

كُسوف (خسوف) eclipse
الاختفاء الكلي أو الجزئي لجرم سماوي عندما يتحرك جرم آخر بينه وبين الراصد.

كُسوف شمسي كليّ total solar eclipse
احتجاب الشمس عن الرؤية عندما يمرّ القمر أمامها.

الكُعْبُرة radius
في علم التشريح، العظم الأقصر والأعرض من بين العظمين الموجودين في الساعد. انظر ايضاً الزند ulna.

كَلَف شمسي sunspot
بقعة داكنة صغير ة على الشمس تكون أبرد قليلاً مما يحيط بها.

كلفن kelvin (k)
وحدة درجة الحرارة في المنظومة الدولية للوحدات.

كلوروفلوروكربون CFCs
مختصر chlorofluorocarbons، مركّبات عضوية من الكربون والفلور والكلور، يعتقد أنها تلحق ضرراً بالغلاف الجوي.

كلوروفيل chlorophyll
خضاب أخضر موجود في الكثير من الخلايا النباتية. يمتص الضوء للتخليق الضوئي.

كلوريدات chlorides
مجموعة أملاح تحضَّر من حمض الهيدروكلوريك.

كلوريد الصوديوم sodium chloride
الاسم الكيميائي لملح الطعام.

كلوريد متعدِّد الفينيل PVC (polyvinyl chloride)
لدن (بلاستيك) شديد المقاومة للبلى مركّب من مونومرات الكلوروإتيلين (مونومرات إيثين استبدلت فيها ذرّة هيدروجين بذرة كلور).

كِلَى kidneys
أعضاء تفريغية تطرح الفضلات من الدم وتنظّم مستويات السوائل في الجسم.

كلى أوّلية protonephridia
أنابيب جامعة للفضلات توجد في بعض الحيوانات مثل الديدان البسيطة.

كليونات nephrons
وحدات ترشيح بالغة الصغر في الكلية.

كمية الحركة momentum
مقدار الاستعداد الذي يبديه جسم ما للاستمرار بالحركة، ويساوي حاصل ضرب كتلته بسرعته.

كميّة متّجهة vector quantity
كميّة لها مِقدار واتجاه.

كهرباء electricity
التأثر الذي يسبّبه وجود أو حركة جسيمات مشحونة كهربائياً.

كهرباء ساكنة static electricity
شحنة كهربائية تحتفظ بها المادة.

كهرمغنطيسية electromagnetism
الأثر الذي يحدث عندما يتدفق تيار كهربائي عبر سلك، مشكّلاً حقلاً مغنطيسياً.

كوارتز quartz
المعدن الأكثر شيوعاً في قشرة الأرض، يتكوّن من السليكا.

كواركات quarks
جُسَيْمات يعتقد العلماء أنها تؤلف البروتونات والنيوترونات.

الكواكب الخارجية outer planets
المشتري وزحل وأورانوس ونبتون وبلوتو.

الكواكب الداخلية inner planets
وهي عطارد والزُهرة والأرض والمرِّيخ.

كَوْد ثنائيّ binary code
طريقة تستخدم لتمثيل المعلومات بواسطة الرقمَيْن 1 و0 .

الكوكب الأحمر red planet
لقب لكوكب المِرِّيخ.

كَوْكَبَة constellation
واحدة من 88 تشكيلة نجمية يمكن التعرف إليها في السماء الليلية.

الكوكب الحلقيّ ringed planet
لقب لكوكب زُحَل.

كولستيرول cholesterol
مادة تشبه الدهن موجودة في أغشية الخلايا الحيوانية، تسبِّب مرض الشرايين عندما تزداد كميتها كثيراً في الجسم.

الكون universe (cosmos)
مجموع كلّ المادة والطاقة والفضاء الموجودة.

كُوَيْكبات asteroids
قطع ضخمة من الصخر والمعدن تدور حول الشمس في منطقة تدعى حزام الكُويكبات بين المِرّيخ والمشتري.

كُوَيْكبة asterism
أنماط صغيرة من النجوم داخل الكوكبة.

كيتين chitin
مادة سكرية الأساس تشكل الأغلفة الواقية الصلبة لمفصليات الأرجل.

كيروسين kerosene
خليط من الألكانات السائلة يستحصل عليه من التقطير التجزيئي للنفط الخام، يستخدم بصورة واسعة كوقود للطائرات.

كيس التوازن statocyst
عضو للتوازن في بعض المخلوقات، كقنديل البحر، يتألّف من كيس مملوء بمستقبِلات وحبيبات صغيرة جداً تدعى غبار التوازن.

كيس خيطيّ nematocyst
خيط سامّ ملتفّ داخل أرومة لاسعة، يلدغ الفريسة بهدف شلّها.

كيس مُحّيّ yolk sac
كيس في بيض الطيور والزواحف يحتوي على غذاء، يدعى المُحّ، غنيّ بالفسفور والدهن، يتغذّى منه الجنين.

كيلوجول (kilojoule (KJ
1000 جول.

كيلو حُريرة (kilocalorie (Calorie
وحدة الطاقة الحرارية، وهي تساوي 1000 حُريرة (كالوري صغير).

كُيَيْس saccule
كيس في الأذن الباطنة بين القُرَيْبة والقوقعة، تسكن فيه البقعة.

(ل)

لا فلزّ non-metal
صف من العناصر التي تشكّل الأنيونات. وهي في العادة أجسام صلبة أو غازات غير لمّاعة أو متألقة، ذات نقاط انصهار وغليان منخفضة.

لابة (حِمَم) lava
صُهارة انبثقت من سطح الأرض أو قاع المحيط.

لاتكس latex
بوليمر طبيعي يُستحصل عليه على شكل عصارة لبنية من أشجار المطّاط، يستخدم في صنع المطاط.

لاحم carnivore
1- حيوان يأكل اللحم بصورة رئيسية. 2- رتبة حيوانات، كالأسود والثعالب، لها أسنان متخصّصة بأكل اللحم.

لا حيويّ abiotic
غير حي.

لا ذوبانيّة insolubility
صفة لمادّة ما لا تذوب في السائل.

لاسِعَات cnidarians
شعبة من المخلوقات المائية، كقنديل البحر، تملك أجسامها الكيسية الشكل فتحة واحدة.

لا فَقاريّ invertebrate
حيوان بدون عمود فقري.

لا مائي anhydrous
المصطلح الذي يصف جسماً صلباً جافّاً تم عزله من الماء.

لانثانات (فِلِزّات الأتربة النادرة) lanthanides (rare-earth metals)
مجموعة من المعادن الانتقالية الداخلية التي تضمّ اللانثانوم.

اللبّ الخارجي outer core
الطبقة المنصهرة الخارجية للبّ الأرض التي تبلغ ثخانتها حوالي 200 كيلومتر.

لِثة gingiva
تسمّى ايضاً gum.

لِحاء phloem
النسيج الناقل للغذاء في النباتات الوعائية.

لحاء ابتدائي primary phloem
النسيج الأول الناقل للغذاء الذي يشكّله نبات جديد.

لدائن plastics
بوليمرات تركيبية تُقولب بسهولة. تصنع من مركّبات عضوية يحصل عليها من الخام.

لدائن حرارية thermoplastics
لدائن يمكن صهرها واستخدامها ثانية.

لدائن حرارية التصلّد thermosetting plastics
لدائن يمكن قولبتها لمرّة واحدة فقط.

لَدِن plastic
مصطلح يستخدم لوصف مادة لا تعود إلى شكلها الأصلي بعد مطّها، بل تبقى على شكلها الجديد. انظر أيضاً لدائن حرارية thermoplastics؛ لدائن حرارية التصلّد thermosetting plastics.

لعاب saliva
رضاب (ريق) تفرزه الغدد اللعابية في الفم، يجعل الطعام أسهل للبلع، كما يحتوي على أنزيمات تبدأ بتفكيك الطعام.

لغة توسيم النصوص التفاعلية HTML (HyperText Markup Language)
لغة تستخدم لإنشاء صفحات الوب.

اللفائفيّ ileum
القسم الأخير من المعى الدقيق.

لَقاح vaccine
جُرْعة من جرثوم مضعّف لدرجة لا يكون فيها قادراً على تسبيب المرض للشخص، لكنه قوي لدرجة تكفي لإنتاج أجسام مضادة تعمل على مقاومة المرض في المستقبل. يُطلق على استعمال اللقاحات اسم التلقيح.

لقب نوعيّ specific epithet
الجزء الثاني للاسم البيولوجي، الذي يُظهر نوع الكائن الحيّ.

لُقمَة bolus
كرة الطعام المبتلَعة.

لَمْف lymph
سائل مؤلّف من فضلات متسرّبة من السائل الخلالي وخلايا الدم البيضاء.

لمفاويّة lymphocyte
خلية دم بيضاء تبيد الجراثيم بواسطة تحرير الأضداد المناسبة لها.

لهب شمسي solar flare
انفجار قصير الأمد لكنه عنيف من سطح الشمس.

لوحة أمّ motherboard
لوحة الدارة الرئيسية في الحاسوب.

لوحة الدارة المطبوعة printed circuit board
لوحة لدائنية مدموغة بسكك معدنية تستخدم في الالكترونيات.

لوح فيروبورد Veroboard
لوحة ذات صفوف من الثقوب، وسكك نحاسية في الخلف، تستخدم في صنع دارات الكترونية بسيطة.

لولب مزدوج double helix
شكل جزيء الدنا، يشبه السُلَّم الحَبْلي المجدُول.

لَوْنان مُتتامّان complementary colours
أيُّ لونين يؤلفان معاً اللون الأبيض.

لون ثانويّ secondary colour
لون يصنع عن طريق مزج لونَيْن أساسيين.

لُوَيْحة plaque
غشاء أبيض لزج رقيق يتراكم على الأسنان بفعل الجراثيم.

ليزر laser
آلة تولِّد حُزَماً من شعاع لوني كثيف ونقيّ أحادي طول الموجة والتردد (حزمة ليزرية).

ليغنيت (lignite (brown coal
الشكل الأقلّ نقاوة للفحم، وهو يحتوي على 60-70% كربون.

لِيف غذائي (خَشَائِن) (dietary fibre (roughage
كربوهيدرات موجودة في النُّخَالة والخبز الأسمر والفاكهة والخضر. يصعب على الإنسان هضمها، إلا أنها تساعد جهازه الهضمي على العمل بدقة.

لَيْلي nocturnal
مصطلح يصف الحيوانات التي تنشط خلال الليل.

لُيَيْفات عضلية myofibrils
حبال رفيعة ترتبط مع بعضها لتكوّن الألياف العضلية.

(م)

مؤاكِلان commensals
كائنان حيّان يعيشان معاً يستفيد أحدهما من الآخر دون أن يسبِّب له أي ضَرَر.

مِئْبَر anther
بنية تشبه القرن عند نهاية السداة تحوي أكياس الطلع.

ماء التبلُّر water of crystallization
الماء الذي يكون له ارتباط كيميائي بمادّة أخرى.

مَائِع fluid
أيُّ سائل أو غاز.

ماء عَسِر hard water
ماء يحتوي على الكثير من المعادن المنحلّة من الصخر الذي يجري فوقه. يحتوي الماء العسِر المؤقّت على معادن يمكن إزالتها بالغليان. أما الماء العسر الدائم فلا يمكن إزالة المعادن منه بواسطة ذلك.

مائيّ aqueous
مصطلح يصف مادة ذائبة في الماء.

ماس diamond
شكل متغاير للكربون ترتبط فيه كل ذرّة بأربع ذرّات أخرى في تشكيل مُحكَم، مكوِّناً بلّورات رباعية الأوجه بالغة الصلابة.

ماس أسود (carbonado (black diamond
شكل غير نقي للماس يستخدم للقطع في الصناعة.

مُبَدِّل commutator
أداة تعكس اتجاه التيار الكهربائي.

مُبيدات الحشرات insecticides
سُموم تُستخدم لإبادة الحشرات التي تؤذي المحاصيل الزراعية.

مَبيض ovary
عضو التناسل عند الأنثى الذي ينتج البيوض في الحيوانات، أو البُيَيْضات في النبات.

متبادلة المنفعة (متنافعة) mutualists
عضويّات تتبادل المنفعة وذلك بعيشها قرب بعضها بعضاً.

مُتَدَرِّك حَيَوِيّاً biodegradable
مصطلح يستخدم لوصف مادة يمكن أن تفكّكها البكتيريا إلى موادّ أبسط.

مُتَرابِط coherent
مصطلح يصف الموجات التي لها نفس الطول الموجي والتردد والتي تنتقل متآزرة مع بعضها البعض.

مُتَصَفِّح browser
برنامج حاسوبي يستخدم للدخول إلى الانترنت.

مُتعدّد الخلايا multicellular
مصطلح يصف كائناً حيّاً يتألّف من عدد من الخلايا.

مُتَغَاير allotrope
أحد الأشكال المختلفة التي قد توجد بها بعض العناصر، كالكربون مثلاً.

متغاير الزيجوت heterozygous
مصطلح يصف زوجاً جينياً يرث من جينَيْن مختلفين.

مُتَغَيِّر جَائِحِي cataclysmic variable
زوج متلاصق من النجوم تحدث بينهما زيادة مفاجئة وضخمة في السطوع عندما يجذب أحدهما المادة بعيداً عن الآخر.

متغيِّر نابضي pulsating variable
نجم متغيِّر يتغيَّر ضيائه بتغيُّر حجمه ودرجة حرارته.

مُتَفاعِلات reactants
المواد الموجودة عند بداية تفاعل كيميائي.

متقدِّرات mitochondria
عُضَيّات عصوية الشكل تعمل كمخازن للطاقة في الخلية، حيث تفكّك المواد البسيطة بهدف توفير الطاقة.

متماثل الزيجوت homozygous
مصطلح يصف زوجاً جينياً يرث صفة من جينَيْن متماثلين من كلا الأبَوَيْن.

متن (نسيج حشوي) parenchyma
نوع من النسيج النباتي ذو خلايا كبيرة وأحياز هوائية عديدة، يوجد في القشرة.

مُتَوَطِّن endemic
مصطلح يصف نباتاً أو حيواناً أو مرضاً يتواجد في مكان واحد فقط.

مَثَانات هوائية air bladders
بنى فقّاعية الشكل موجودة في الأعشاب البحرية تساعدها على العَوْم.

مَثَانة bladder
كيس يشبه البالون يخزِّن البول إلى حين إفراغه خارج الجسم.

مثانة هوائية swim bladder
كيس منتفخ في التجويف الجسمي للأسماك العظميّة. تقوم السمكة بتغيير كميّة الهواء في المثانة الهوائية لجعل جسمها يرتفع أو يغوص.

مثبِّط inhibitor
وسيط يعمل على إبطاء سرعة تفاعل كيميائي.

مَثْعَب siphon
أنبوب ينقل الغازات إلى الخياشيم أو منها في كثير من المخلوقات المائية البسيطة. المثعب الشهيقي يسحب الغازات إلى الخياشيم، في حين يطرد المثعب الزفيري الغازات من الخياشيم.

مُجْتَرّ ruminant
حيوان ثديي، كالبقرة أو الجمل، من رتبة مزدوجات الأصابع (ذوات الظِّلف)، له أربع غرف هضمية، يمضغ الجِرَّة (الطعام شبه المهضوم الذي يُعاد بصورة إرادية من المعدة الأولى إلى الفم لإعادة مضغه).

مجتمع community
في علم البيئة، النباتات والحيوانات التي تعيش معاً في مَوْطِن معين.

مُجتمع أوجيّ climax community
مجتمع يبقى حيّاً في موطنه طالما بقيت بيئته مستقرّة.

مجتمع رائد pioneer community
المجتمع الأول في عملية التعاقب البيئي. وهو ينشأ من أعشاب تصبح موطناً للحشرات والثدييّات الصغيرة.

مَجَرَّة galaxy
تجمّع ضخم للنجوم، يتماسك مع بعضه بفعل الجَذْب الثقالي.

مَجَرّة إهليلجية elliptical galaxy
مجرة ذات شكل كروي أو بيضوي، تحوي الكثير من النجوم الحمراء الهرمة.

مجرّة حلزونية عَضَوية barred spiral galaxy
مجرّة ذات قضيب مركزي من النجوم ينتهي عند كل طرف.

مجرّة حلزونية لولبية spiral galaxy
مجرّة ذات وسط مضيء وذراعان منحنيان أو أكثر من النجوم.

مجرّة غير منتظمة irregular galaxy
مجرّة ليس لها شكل أو ترتيب محدَّدين.

مجرّة قليلة السطوع low-surface brightness galaxy
مجرّة ضخمة من نجوم غير متراصّة تشع ضوءاً قليلاً إجمالاً.

مَجرى النَّتْح transpiration stream
حركة الماء نحو الأعلى في نبات، من الجذور إلى الأوراق.

مِجسّات tentacles
أطراف طويلة مرنة توجد على العديد من الرَّخويّات وبعض الكائنات البحرية. تستخدم غالباً للالتقاط والإحساس.

مَجْلَدَة glacier
كتلة ضخمة من الثلج تتحرك ببطء فوق اليابسة.

مجمِّع شمسي solar collector
صفيف من الألواح السوداء التي تمتص حرارة الشمس لاستخدامها في تسخين الماء في شبكة التدفئة المركزية.

مجموعات فسفاتية phosphate groups
مركّبات مؤلّفة من ذرات مرتبطة من الفسفور والاكسجين والهيدروجين ضرورية للعمليات الطاقوية للجسم.

مجموعة group
في الجدول الدوري للعناصر، عمود العناصر ذات التشكيلة الالكترونية المتشابهة.

المجموعة المحلية local group
مجموعة من حوالي 30 مجرّة، من بينها مجرّة الدرب اللبنية (درب التّبّانة).

مجموعة الهيدروكسيل hydroxyl group
جذر كيميائي مؤلف من ارتباط ذرتي اكسجين وهيدروجين بواسطة رابطة تشاركية.

مِجْهار loudspeaker
أداة تحوّل التيار الكهربائي من مصدر كالميكروفون إلى موجات صوتية.

مجهر بصري optical microscope
جهاز يستخدم العدسات لجعل الأجسام الصغيرة تبدو أكبر.

مِجْهَر مركَّب compound microscope
مجهر (ميكروسكوب) ذو عدستين أو أكثر.

مَحَاوير axons
ألياف عصبية تنقل المعلومات بعيداً عن جسم خلايا العصبونات.

مُحَرِّك engine
آلة تحوّل الطاقة المخزّنة في الوقود إلى حركة.

محرِّك احتراق خارجي external combustion engine
محرّك ينتج الطاقة بحرق الوقود خارج هيكله الرئيسي.

محرِّك احتراق داخلي internal combustion engine
محرِّك يولّد قدرة عن طريق حرق الوقود في حيِّز مغلق داخله.

محرِّك بحث search engine
برنامج حاسوبي يستقصي صفحات الوب التي تحتوي على كلمة معينة أو مجموعة كلمات.

محرِّك بخاري steam engine
نوع قديم من المحرّكات، يعمل بالاحتراق الخارجي، وفيه يغلي الماء لتوليد البخار الذي يحرِّك الكبّاسات.

محرِّك توربينيّ gas turbine engine
انظر محرِّك نفّاث jet engine.

محرِّك توربيني دَسْري turboprop engine
محرِّك نفّاث يمدّ الطائرة بالطاقة بواسطة مراوح دفع.

محرِّك توربيني ذو عمود إدارة turboshaft engine
محرِّك نفّاث يزوِّد المراوح الدوّارة في الطوّافة بالطاقة.

محرِّك توربيني مروحي turbofan engine
نوع من المحرِّك النفّاث ذو مروحة إضافية كبيرة. وهو أبطأ من المحرك التوربيني النفّاث، إلا انه أقل ضجيجاً منه وأكثر فعّالية.

محرِّك توربيني نفّاث turbojet engine
النوع الأسرع للمحرِّك النفاث، يستخدم في الطائرات النفّاثة العالية السرعة.

مُحَرِّك كهربائي electric motor
جهاز يحوّل الطاقة الكهربائية إلى حركة.

محرِّك ميكرويّ micromotor
محرك كهربائي بالغ الصغر.

محرِّك نفّاث jet engine (gas turbine engine)
محرِّك احتراق داخلي قوي، يحتوي على توربينات، يستخدم لدفع الطائرة بواسطة طرد الغازات الحارّة خارج عوادمها بسرعة عالية.

محسّات (لامسات) palps
أجزاء من أفواه الحشرات تستخدم لتذوّق الطعام.

محطة تكرير المياه water works
الموقع حيث يتم تنقية الماء ومعالجته كيميائياً بغية إزالة الشوائب المعدنية والجراثيم منه.

محطة الصرف الصحيّ sewage works
الموقع الذي ترشّح فيه مياه الصرف الصحي لإزالة النُّفايات وتُعالج ببعض الجراثيم لتفكيكها إلى موادّ غير مؤذية.

محطة طاقة power station
موقع تولّد فيه الكهرباء على نطاق واسع.

محطّة فضائية space station
قمر اصطناعي كبير يدور حول الأرض وفيه يمكن لروّاد الفضاء العيش وتنفيذ الأبحاث العلمية لفترات زمنية طويلة إلى حدّ ما.

محطة قاعديّة base station
سارية تستخدم لإرسال إشارات راديوية رقمية بين الهواتف الخليوية.

محافظ بومان Bowman's capsules
انظر كُبَيْبَة glomerulus.

محلول solution
مزيج يتألّف من مادّة مذابة في سائل.

محلول مُشبَع saturated solution
محلول لن تذوب فيه أيُّ كمية إضافية من المادة المذابة فيه.

محلول ملحِيّ brine
محلول مركّز لملح الطعام (كلوريد الصوديوم) في الماء.

مُحَوِّل حفّازيّ catalytic converter
اداة تزوَّد بها السيارات لإزالة الغازات السامّة من ادخنة عوادمها.

المُخّ cerebrum
الجزء الاكبر من الدماغ. يتحكّم بمعظم الفعاليات البدنية والذهنية. وهو يتحكّم أيضاً بالمخيخ.

المَخَاريط cones
خلايا مخروطية الشكل في شَبَكيّة العين، تكون حسّاسة للضوء الأحمر أو الأخضر أو الأزرق.

مَخَاض (طَلْق) labour
سلسلة من التقلّصات القويّة لعضلات الرحم تدفع الجنين خارج المهبل أثناء الولادة.

مُخاط mucus
سائل لزج تفرزه بطانة الأنف والرُغامى. يُدفِّىء الهواء المستنشق ويرطبه، ويحتجز الغبار والجراثيم.

مَخْروطيّات conifers
أشجار أو نباتات ذات أوراق شمعية إبرية الشكل أو حرشفية، تحمل مخاريط تحتوي على بذورها. معظمها دائم الاخضرار.

مُخطَّط استشرابي chromatogram
نمط من الأشرطة الملوّنة تتشكل على ورق أو أنبوب الترشيح بواسطة مواد يتم فصلها بواسطة الاستشراب.

مُخَطَّط كهربائية الدماغ electroencephalogram (EEG)
مخطط يستخدمه الأطبّاء لتسجيل أنماط موجات الدماغ.

المُخَيْخ cerebellum
جزء من الدماغ يقوم بتنسيق حركة العضلات والتوازن.

مَدار orbit
المسار الذي يتحرك فيه أحد الأجرام السماوية حول جرم آخر.

مَدَار مُتَزامِن geostationary orbit
مدار قمر اصطناعي يتحرّك بسرعة تساوي سرعة دوران الأرض، الأمر الذي يبقيه ثابتاً فوق نفس النقطة.

مداواة بالأشعة radiotherapy
تقنية طبية تستخدم جرعات محدَّدة من الإشعاع لقتل الخلايا السرطانية.

مدّ ربيعي spring tides
اعلى ارتفاع يصل إليه المدّ كل اسبوعين تقريباً عندما يكون القمر هلالاً أو بدراً.

مدّ وجزر مُحاقيّان (تربيعيّان) neap tides
أدنى مستوى للمد والجزر، يحدث عند الربع الأول والأخير من القمر، وذلك عندما تكون الزاوية بين الشمس والقمر قائمة.

مِذْرَق cloaca
تجويف في جسم الطيور تخزّن فيه الفضلات قبل طرحها.

مُذَنَّب comet
كتلة من غاز متجمِّد وغبار تدور حول الشمس.

مُذيب solvent
1- سائل قادر على تذويب مواد أخرى. 2- السائل الذي تذوب فيه مادة ما.

مِرْآة محدَّبة convex mirror
مرآة ذات سطح منحن للخارج.

مِرآة مُقَعَّرة concave mirror
مرآة ذات سطح منحن للداخل.

مَرَارَة gall bladder
كيس في الجسم يخزِّن الصفراء لحين تدعو الحاجة إليها.

مَرْبِط terminal
نقطة على منبع كهربائي متغيِّر، كالبطارية، حيث تتصل الأسلاك لتشكيل دارة كهربائية.

مَرْتَع بيئيّ ecological niche
دور الحيوان في مجتمعه، بما في ذلك المكان الذي يعيش فيه والمآكل الذي يأكله.

مُرْتَكَز (نقطة إسناد) fulcrum (pivot)
نقطة ثابتة يدور حولها جسم ما.

مَرْصد observatory
بناء يبيّت فيه تلسكوب (مقراب) ضخم بهدف دراسة النجوم.

موفِّر خدمة الإنترنت Internet Service Provider (ISP)
شركة توفِّر حواسيب قويّة، تسمى موجِّهات، لمنح الزبائن قدرة الوصول إلى الإنترنت، إضافة إلى خدمات أخرى، مثل البريد الإلكتروني.

مركّب compound
مادة مؤلّفة من عنصرين أو أكثر مرتبطين كيميائياً.

مركّبات فسفاتية phosphates
مجموعة من الأملاح الفسفاتية تحتوي على الأكسجين وعناصر أخرى.

مركّب الصوت sound synthesizer
أداة تخزن الموجات الصوتية ككود ثنائي وتعيد توليد الصوت الأصلي بتحويل الكود إلى تيار كهربائي وإرساله إلى مِجْهار.

مركّب عضوي organic compound
مركّب يحتوي على عنصر الكربون.

مركّب غير مشبع unsaturated compound
مركب عضوي له على الأقل رابطة تشاركية واحدة مزدوجة أو ثلاثية.

مركّب لا عُضويّ inorganic compound
مركب لا يحتوي على عنصر الكربون.

مركّب مُشبَع saturated compound
مركب عضوي ترتبط الذرات فيه بروابط تشاركية أحادية.

مركز الثقل centre of gravity
النقطة التي يبدو أن كامل وزن الجسم مركَّز عليها.

المَرْكَز السَّطحي للزّلزال epicentre
نقطة على سطح الأرض تقع مباشرة فوق بؤرة الزلزال.

مَرِن elastic
مصطلح يصف جسماً يمكن لقوة أن تغيِّر شكله أو حجمه بالمطّ، إلا أنه يعود إلى شكله الأصلي عند إزالة القوة.

مريء oesophagus (gullet)
الأنبوب الذي ينقل الطعام من الحلق إلى المعدة.

المُرَيْكزان centrioles
عُضَيّان أسطوانيا الشكل يلعبان دوراً مهماً في انقسام الخلية.

مَزْج جَمْعيّ additive mixing
عملية جمع تراكيب مختلفة من الضوء الأحمر والأخضر والأزرق لإكساب الضوء أي لون تقريباً.

مَزْج مُسقِطٌ للألوان subtractive mixing
العملية التي تخلط فيها الأصبغة، ما يؤدي إلى امتصاص صبغ ما بعض أجزاء من طيف الضوء المرئي وعكسه لأجزاء أخرى منه.

مزدوج الجنس (أحادي المسكن) monoecious
مصطلح يصف نباتاً يحمل أزهاراً سَدَوية وأخرى مِدَقيّة.

مزلِّق lubricant
مادة تستخدم لتقليل الاحتكاك.

مَزُوج miscible
مصطلح يصف سائلين أو أكثر يمتزجان بسهولة.

مزيج (خليط) mixture
توليفة من اثنين أو أكثر من العناصر أو المركّبات لا يرتبطان مع بعضهما كيميائياً.

مَسَار المَلَفّ file path
القسم الأخير من عنوان الإيرل (URL)، وهو يحدِّد الملف الذي تخزَّن فيه إحدى صفحات الوب.

مَسامّ pores
ثقوب في الجلد يُفرز منها العَرَق، الأمر الذي يبرد الجسم.

مَسام كلوية nephridiopores
ثقوب بالغة الصغر عند نهاية الكلى الجنينية تطرح من خلالها الفضلات.

مسامّ النواة nuclear pores
ثقوب في الغشاء النووي تتيح للمواد المرور بين السيتوبلازما والنواة.

مِسبار فضائي space probe
مركبة فضائية غير مأهولة تُرسل لاستكشاف المنظومة الشمسية وما ورائها.

مُسْتَحْلَب emulsion
غرواني من الجسيمات البالغة الصغر لسائل مشتّت في سائل آخر.

مُسْتَحْلِب emulsifier
مادة تساعد سائلَيْن، كالزيت والماء، على الامتزاج، وذلك بتشتيت أحد السائلَيْن إلى قطيرات بالغة الصغر.

مُسْتَضِد antigen
نوع من مادة كيميائية، تحمله الجرثومة، بحيث يوجد ضدٌ معيّن متخصص بتدميره.

مُسْتَعِر nova
نوع من النجوم الجائحية المتغيِّرة يتوهّج بصورة فجائية لأيام أو سنين عديدة، ثم يخبو عائداً إلى سطوعه الأصلي.

مُستعِر فائق supernova
انفجار هائل يحدث عند موت نجم عملاق.

مُستقبِلات receptors
خلايا حسّاسة ترسل معلومات عمّا يحيط بالحيوان إلى دماغه.

مستقبِلات التمدّد stretch receptors
خلايا حسّاسة في العضلات والأوتار تعطي الدماغ معلومات عن وضعية الجسم.

مُستقبِلات ضوئية photoreceptors
خلايا حسّاسة للضوء.

مُستقبِلات كيميائية chemoreceptors
خلايا تتحسّس وجود مواد كيميائية معينة.

مُستقبِلات لمسيّة chemoreceptors
خلايا على أجسام الحيوانات تسمح لها بالاكتشاف عن طريق اللمس.

المستقيم rectum
الجزء الأخير من المعى الغليظ، حيث تُجمع مادة الفضلات شبه الجامدة (البراز) لحين خروجها عبر الشَرَج.

مُستهلِك اساسي primary (first order) consumer
عضوية تعتاش من عضويات ذاتية التغذيّ (النباتات) في سلسلة غذائية.

مستهلكون consumers
جميع الكائنات الحية الواقعة فوق المستوى الغذائي للمنتجين (النباتات) في سلسلة غذائية.

مستوي التغذّي trophic level
موقع المتعضّية في السلسلة الغذائية.

مستوي التفلّق cleavage plane
الحدّ بين الخطوط المنتظمة للجسيمات في بلورة، والذي يمكن أن تنشطر على طوله البلّورة.

مسرِّع الجُسَيمات particle accelerator
آلة تسرِّع الجسيمات دون الذرية المشحونة لسرعة عظيمة جداً، لكي يمكن دراسة الجسيمات الجديدة الناتجة من تصادماتها.

مسنّن (منشاري) serrate
مصطلح يصف حافة ورقة أسنانها منشارية بالغة الصغر.

مسنّنات gears
منظومة من مسنّنتين متشابكتين أو أكثر بحيث تتحكّم حركة إحداها بسرعة ومفعول دوران الأخرى.

مسنّن تفاضلي differential
جزء من آلية تبديل السرعة في السيارة، يتألف من مسنّنات على محور الدوران للعجلات بالعمل في سرعات مختلفة.

مُسَوَّط (ذو أسواط) flagellate
كائن حي يملك أسواطاً (سياطاً).

مُسيق driver
برمجيّات تتحكّم في أعمال بطاقة حاسوبية (انظر بطاقة card).

مُشَاكهة (تمويه) mimicry
التلوّن الوقائي الذي تتّخذه بعض الحيوانات لتبدو من خلاله كحيوانات خطرة، الأمر الذي يفيدها في الدفاع عن نفسها ضد الضواري.

مَشْبَك عصبيّ synapse
المَوْصل بين عَصَبونَيْن.

مُشْطورات diatoms
أنماط من الطحالب الوحيدة الخلية في الأغلب ذات أغلفة زجاجية قاسية.

مُشْعِر شامل universal indicator
مشعر مؤلّف من مزيج من الأصباغ يغيّر اللون تبعاً لدرجة الأس الهيدروجيني (pH).

مشيجة (افطورة) mycelium
الجزء الرئيسي لمعظم الفطور الموجودة تحت التربة، يتكوّن من كتلة من الخيوط الفطرية (الحُبَيكة).

مَشيمة placenta
عضو في الرَّحم يمدّ جنين الثديّ بالغذاء والاكسجين من أمّه أثناء فترة الحمل.

مِصْراع shutter
سديلة على الكاميرا تتحكّم في مدّة تعرّض الفيلم للضوء.

مِصْفار syrinx
جزء من رُغامى الطير يغرِّد بواسطته.

مضادات حيوية antibiotics
عقاقير طبية تستخدم في علاج الأمراض التي تسببها البكتيريا (الجراثيم).

مُضْغة embryo
1- كائن حيّ يتطور داخل رحم ببيضة أو بذرة. 2- جنين بشري في الشهرَيْن الأوَّلَيْن من النمو داخل الرحم.

مطر حمضيّ acid rain
مطر يصبح حمضياً نتيجة امتصاصه لغازات ملوّثة، كثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد النتروجين.

المِطرقة malleus
العظيمة الأولى من العُظَيمات الثلاث البالغة الصغر في الأذن: تلتقط اهتزازات الصوت من طبلة الأذن. انظر ايضاً السندان incus والركاب stapes.

مُطَهِّر antiseptic
مصطلح يصف اي مادة تدمِّر البكتيريا او تعيق نموّها.

مِطياف كتلي mass spectrometer
أداة تستخدم للمساعدة في تعيين الذرّات عن طريق فرزها وفقاً لكتلها.

مَطيل ductile
مصطلح يصف فِلِزًّا يمكن مدّه لتحويله إلى أسلاك.

مُعادَلة equation
في الكيمياء، طريقة لتبيان التفاعلات الكيميائية باستخدام الصيغ الكيميائية. تُكتب المتفاعِلات إلى يسار السهم الذي يشير إلى النواتج إلى اليمين.

معادن minerals
1- مواد تكون موجودة في الحالة الطبيعية ومنها يتكوّن الصخر. 2- مركبات لا عضوية تعتبر ضرورية للاداء السليم للجسم.

مُعالجة جينية gene therapy
معالجة بعض الاضطرابات الوراثية بإعطاء الوالدَيْن جينات سليمة.

مُعالج صُغْري microprocessor
دائرة (دارة)، أو مجموعة دوائر، متكاملة، تعمل كوحدة معالجة مركزية للحاسوب.

معدَّل الاستقلاب metabolic rate
السرعة التي يحوِّل فيها الجسم الطعام إلى طاقة.

معدَّل الإنقراض الطبيعي background rate of extinction
المعدّل الطبيعي الذي تنقرض عنده الأنواع، بسبب التغيّرات الطبيعيّة في البيئة.

معدَّل وراثياً transgenic
مصطلح يصف عضويّة تمّ تحويرها جينيّاً.

معدن نفيس noble metal
معدن، كالذهب مثلاً، يمكن أن يتواجد في الطبيعة بحالة نقية.

مُعْطيات (بيانات) data
معلومات وبخاصة تلك المعالجة بالحاسوب أو المستخدمة في الدراسات العلمية.

معقَّد غولجي Golgi complex
منطقة متخصِّصة للشبكة البلازمية الداخلية تجمع وتوزِّع المواد المصنوعة في الخلية.

مُعلَّق suspension
في الكيمياء، مزيج من الجسيمات الصلبة المعلّقة في سائل أو غاز.

معمِّرات خشبية woody perennials
معمِّرات، كالاشجار، قد تفقد بعضاً من أجزائها في فصل الشتاء، إلاّ أنها تملك سوقاً محميَّة تنمو بصورة أثخن كل سنة.

معمِّرات عشبية herbaceous perennials
معمِّرات تفقد أجزاءها المرئية في الشتاء، مخزِّنة الطعام في جذورها المنتفخة حتى الربيع.

المعى الدقيق small intestine
الجزء الأساسي للجهاز الهضمي: أنبوب ملتف من ثلاثة أجزاء هي، الإثنا عشري والصائم واللفائفي.

المعى الغليظ large intestine
الانبوب الغليظ الذي يستقبل الماء والفضلات من المعى الدقيق.

مُعيِّن المنظر viewfinder
جزء من الكاميرا يتيح للمصوِّر رؤية ماذا يظهر على الصورة.

مغذِّيات nutrients
مواد ضرورية للطاقة والنمو، الكربوهيدرات والدهون والبروتينات.

مغنطيس magnet
مادة مغنطيسية.

مغنطيس دائم permanent magnet
مغنطيس مكوَّن من مادة حديدية مغنطيسية صلبة كالفولاذ تظلّ خصائصها المغنطيسية جيدة.

مغنطيس كهربائي electromagnet
مغنطيس (مصنوع من ملف بداخله قلب حديدي مغنطيسي) يمكن تشغيله أو إطفاؤه بواسطة تيار كهربائي.

مغنطيس مؤقت temporary magnet
مغنطيس مكوَّن من مادة مغنطيسية حديدية ليِّنة، كالحديد، يفقد مغنطيسيته بسرعة.

مغنطيسي magnetic
مصطلح يصف مادّة تُبدي الخاصية المغنطيسية.

مغنطيسيّة magnetism
قوة غير مرئية تجذب بعض المعادن، كالحديد مثلاً.

مفاتيح وظيفية function keys
مفاتيح موجودة على طول القسم العلوي للوحة الملامس في الحاسوب، تجعل الحاسوب يقوم بمهمات معيَّنة.

مَفاصِل انزلاقية gliding (sliding) joints
مفاصل تسمح للعظام المسطَّحة بالانزلاق على بعضها بعضا.

مفاصل زليلية synovial joints
مفاصل قابلة للتحرك بحرية تحتوي على السائل الزليلي.

مُفاعل الماء المضغوط pressurized water reactor
مفاعل نوويّ يستخدم الطاقة النووية لغلي الماء. وهذا يولِّد بخاراً يدير التوربينات (العنفات).

مُفاعل نووي nuclear reactor
جزء من محطة توليد القدرة النووية، أو من سفينة تعمل بالطاقة النووية، تحدث فيه تفاعلات الانشطار النووي المتحكم فيها.

مِفتات radula
لسان خشن في الرخويات، يستخدم لكشط المادة النباتية إلى الفم.

مِفراس التصوير المَقْطعي المُحَوْسب CT (computed tomography) scanner
كاميرا خاصة للأشعة السينية يستخدمها الأطباء تصوّر مقاطع الجسم وتغذّيها في حاسوب لمعاينتها ودراستها.

مَفصِل joint
موضع التقاء عظمَيْن منفصلين.

مِفصل بكريّ hinge joint
مَفصل يسمح بالحركة في اتجاهين متضادّين، كمفصل الركبة مثلاً.

مِفصل صائري pivot joint
مفصل تدور فيه النهاية المكوّرة لأحد العظام في حفرة في العظم الآخر.

مَفصِل كرويّ ball and socket joint
مفصل يتكون من نهاية عظمية كروية تتحرك ضمن سنخ ثابت قدحيّ الشكل.

مَفصليات الأرْجل arthropods
شعبة من الكائنات ذات أجسام متقطّعة وأرجل متمفصلة وهيكل خارجي صلب، مثالها الكركند.

مفعول الدفيئة greenhouse effect
احتباس الحرارة بفعل ثاني أكسيد الكربون والأوزون وغازات أخرى موجودة في الغلاف الجوي للأرض.

مُفكّكات decomposers
كائنات حية بالغة الصغر، بما فيها البكتيريا والفطر، تفكّك المادة النباتية والحيوانية الميتة وتحوّلها إلى معادن.

مقاوِم resistor
مكوّن الكتروني يقلّل من تدفق التيار الكهربائي.

مقاوَمة resistance
قدرة مادة ما على تخفيض تدفّق التيار الكهربائي.

مقاومة هوائية air resistance
انظر السحب drag.

مقاوِم متغيّر (ريوستات) variable resistor (rheostat)
مكوّن الكتروني يمكن ضبطه لإعطاء مقادير متفاوتة من المقاومة.

مقدار سُلّمي (عددي) scalar quantity
كميّة ذات قدْر فقط من غير أيّ اتجاه.

مقراب بصري optical telescope
جهاز يستخدم العدسات لجعل الأجسام البعيدة تبدو أقرب.

مقياس كثافة السوائل hydrometer
أداة تستخدم لقياس كثافة السائل.

مُكبّر القُوّة force magnifier
آلة تتغلّب على حِمْل يفوق الجهد الذي تبذله.

مِكْبَس (كبّاس) piston
جزء أسطواني يتحرك صعوداً وهبوطاً داخل أسطوانة المحرك.

مكثّف capacitor
مكوّن الكتروني يخزّن الطاقة الكهربائية لحين الحاجة إليها.

مكّوك الفضاء space shuttle
مركبة فضائية ماهولة قابلة للاستعمال ثانية تطلق مثل الصاروخ، لكنها تدخل جو الأرض وتحطّ كطائرة.

مكوّنات إلكترونية electronic components
أدوات تتحكّم في مرور التيار في دارة الكترونية.

ملانين melanin
صباغ بنّي في الجلد والشعر، يمتص الأشعة فوق البنفسجية الضارّة.

المُلْتَحِمة conjunctiva
طبقة شفّافة تغطّي القَرْنية وتبطّن الجفنين.

مِلح salt
1- مركّب من فلزٍّ ولا فلزّ، ينتج عن تفاعل حمض مع قاعدة. 2- الاسم الشائع لكلوريد الصوديوم (NaCl).

ملح صخري (هاليت) rock salt (halite)
الشكل الفلزي لملح الطعام (كلوريد الصوديوم).

مِلحيّ saline
ما يحتوي على الملح (كلوريد الصوديوم)

مَلْغَم سِنيّ dental amalgam
سبيكة زئبق ونحاس تستخدم لمسك التجاويف السنية.

مِلفّ (وشيعة) solenoid (coil)
ملف سلكي يتصرّف كمغنطيس عندما يمرّ تيار كهربائي عبره.

ملّيبار millibar (mb)
وحدة قياس الضغط الجوي، وهي تساوي 100 باسكال.

مِمَصّات haustoria
بنيات خيطيّة الشكل تستخدمها بعض النباتات الطفيلية للارتباط بالثويّ (العائل).

مُمَيّه hydrated
مصطلح يصف مادة خضعت للإماهة.

مُناخ climate
نمط نموذجي للأحوال الجوية.

مُناخ محلّي microclimate
المناخ المسيطر على منطقة محلية صغيرة.

مناعة فاعلة active immunity
مقاومة المرض العائدة إلى الأجسام المضادة المتولّدة أثناء تعرّض سابق له.

مناعة لا فاعلة passive immunity
مقاومة مؤقّتة للمرض، تكتسب عن طريق تلقّي الشخص أضداداً مضادة للمرض تلو الإصابة به.

منبّه stimulus
أيّ شيء يولّد استجابة في العضوية، كالضوء على سبيل المثال.

مُنتَج (ناتج) product
مادة جديدة تنتج بواسطة تفاعل كيميائي.

مُنْسابٌ هوائي aerofoil
شكل خاص للجناح، منحن في الأعلى ومسطّح في الأسفل، يولد قوة الرفع.

منشور prism
صلب شفّاف يتالف من سطحَيْن مستويين وزاوية بينهما.

منطقة قطبية polar region
منطقة مناخية قاسية ذات درجة حرارة منخفضة جداً وكمية أمطار قليلة وحياة نباتية نادرة.

مِنْظار داخلي endoscope
كاميرا طبّية خاصة، مصنوعة من أنبوب مرن يحتوي على كبل ألياف بصرية، تستخدم للنظر في داخل أجسام المرضى.

مُنظّف detergent
مادة تمكّن الماء من إزالة الأوساخ.

منظّم حراري thermostat
أداة تعمل على وصل الدارة الكهربائية وقطعها استجابة لأيّ تغيّر في درجة الحرارة.

منظومة الأسنان dentition

منظومة بيئية ecosystem
مجتمع الكائنات الحية وما يحيط بها في موطنها من جوانب غير حية، كالهواء والماء.

منظومة تعليق suspension
في السيارة، منظومة من النوابض التي تمتص صدمات سطح الطريق غير المستوي.

منظومة شمسية solar system
الشمس بالإضافة إلى كلّ الكواكب والأجرام الأخرى التي تدور حولها.

منظومة نقل الحركة transmission
في السيارة، منظومة المسنّنات التي تنقل قدرة المحرّك إلى العجلات.

مَنْع الحَمْل contraception
طرق تمنع البيضة والنطفة من التزاوج لإحداث الانجاب.

مُنعطَف meander
التفاف عريض في مسار أحد الأنهار.

مُنْفَصِل الجنس dioecious
مصطلح يصف أنواعاً نباتية يملك أفرادها إما أزهاراً ذات أسدية أو أزهاراً ذات مدقّات.

مُنْقَرِض extinct
مصطلح يصف كائنات انقرضت.

مَنِيّ semen
مزيج من الحيوانات المنوية (النطاف) والموائع المفرزة من الحُوَيْصلات المنوية وغدة البروستاتة يخرج من القضيب أثناء القذف.

المِهاد thalamus
جزء من الدماغ البيني يفرز الدفعات (النبضات) الواردة إلى الدماغ، ثم يرسلها إلى باحات أخرى لمعالجتها.

مَهْبِل vagina
ممرٌّ عضلي يمتدّ من عنق الرَّحم عند الأنثى إلى خارج جسمها. يلج فيه القضيب أثناء التزاوج.

مواد مركّبة composites
مواد تركيبية، وبخاصة اللدائن، تصنع من اتحاد مواد مختلفة بهدف تحسين خصائصها.

موارد الطاقة المتجدّدة renewable energy resources
مصادر للطاقة، كالشمس أو الرياح أو الماء، يمكن استخدامها لتوليد القدرة من دون أن تُستهلك.

مُوازِنات haltè-res
أجنحة خلفية صغيرة جداً للذباب، تحوّرت لتأمين توازن الجسم أثناء الطيران.

مواطن حيوية biomes
أوسع الأنظمة البيئية التي يمكن أن تقسم إليها الكرة الأرضية.

موجات حاملة carrier waves
انظر تضمين modulation.

موجات دماغية brain waves
أنماط النبضات العصبية التي تمرّ عبر الدماغ.

موجات راديوية (لاسلكية) radio waves
موجات كهرمغنطيسية ذات أطول طول موجي وأخفض تردّد، بما فيها الموجات الصغرية وتلك المستخدمة في البث التلفزيوني والإذاعي القياسي.

موجات زلزالية seismic waves
موجات صدمية داخل الأرض تنطلق من مركز الهزة الأرضية.

موجات عرضانية transverse waves
موجات تكون الاهتزازات فيها متعامدة مع اتجاه الحركة.

موجات كهرمغنطيسية electromagnetic waves
موجات مستعرضة مؤلفة من حقول كهربائية ومغنطيسية تتغير باستمرار، كالضوء.

موجات ميكروويف microwaves
موجات راديوية ذات طول موجي قصير نسبياً، تستخدم في الطهي والاتصالات البعدية.

موجة صوتية sound wave (acoustic wave)
موجة ميكانيكية طولانية تنقل الطاقة الصوتية عبر وسط ما.

موجة طولية longitudinal wave
موجة تهتزّ فيها الجسيمات في نفس اتجاه انتقال الموجة.

موجة ميكانيكية mechanical wave
موجة مؤلّفة من جسيمات مهتزّة في صلب أو سائل أو غاز.

موجة واردة (ساقطة) incident wave
موجة تتحرّك باتجاه الحدّ الفاصل بين وسطَيْن.

مُودِم modem (modulator/demodulator)
أداة تتيح للحاسوب إرسال المعلومات أو استقبالها عبر خطوط الهاتف.

مُوَصِّل conductor
مادة يمكن للتيار الكهربائي أو الحرارة أن تسري خلالها بسهولة.

مُول mole
وحدة المنظومة الدولية لكمية المادة.

مُوَلِّد (دينامو) generator (dynamo)
آلة تحوّل الطاقة الحركية إلى كهرباء.

مُوَلِّد الزَّهر florigen
هرمون نموّ في النباتات يعطي الإشارة بالإزهار فقط عندما يصل طول الليالي إلى حدّ معين.

مولِّد الفلين (قُلْب الفلّين) phellogen
طبقة وحيدة من الخلايا على الجزء الخارجي للشجرة تنقسم باستمرار، وتؤدي إلى نمو القَلْف.

مونومرات (مواحيد) monomers
جُزيئات صغيرة ترتبط مع بعضها بعضا لتشكيل بوليمر (متماثر).

مياه الصرف الصحّي sewage
المياه التي تحتوي على الفضلات الجسمية.

ميثان methane
المركّب الأول في سلسلة الألكانات. يعتبر المكوّن الرئيسي للغاز الطبيعي ووقوداً هاماً.

ميدان domain
نطاق في مادة حديدية مغنطيسية تأخذ فيه ثنائيات الأقطاب كلها نفس الاتجاه.

مَيْدان المستوى الأعلى top-level domain
الجزء الأخير من اسم ميدان ما، يبيِّن نوع المؤسسة التي تستضيف موقع الوب، أو البلد الذي توجد فيه. مثلاً، com.، تشير إلى شركة تجارية.

ميزان نابضيّ spring balance
أداة تستخدم نابضاً لقياس القوّة (بالنيوتن).

مَيْسَم stigma
الجزء العلوي الدبق من المدقّة، الذي يحتجز حبّات الطلع التي تلامسه.

ميكروفون microphone
أداة تحوّل الأصوات الى تيار كهربائي.

مَيَلان yawing
الحركة الدورانية للطائرة، نحو اليمين أو نحو اليسار.

مِينا enamel
مادة صلبة بيضاء تتشكّل على سطح تاج السن.

(ن)

النافذة البيضوية oval window
ثقب بيضوي في الجمجمة، مغطّى بنسيج رقيق، يمرّر اهتزازات الصوت من عظم الرِّكاب إلى القوقعة.

ناقل عصبي neurotransmitter
مادة كيميائية تُطلق عندما تبلغ النبضة العصبية المشبك. وتعبر النبضة المشبك إلى العصبون التالي، إذا تراكمت كمية كافية من الناقل العصبي.

نباتات بارزة emergent plants
نباتات تُزْهِر في أرض رطبة أو مغطّاة بالماء. تكون أوراقها وسُوقُها مرئية غالباً فوق الماء.

نباتات زَهْرِيّة anthophytes
نباتات مُزْهِرة، بذورها موجودة داخل بعض أنواع الثمار.

نباتات صحراويّة xerophytes
نباتات كالصبّار، تكون متكيِّفة خصوصاً للعيش في مناطق شديدة الجفاف.

نباتات صخرية lithophytes
نباتات تنمو وتعيش على سطوح الصخور.

نباتات مائية hydrophytes
نباتات متكيِّفة للعيش في الماء.

نباتات معمِّرة (دائمة) perennials
نباتات تعيش لسنوات طويلة.

نباتات مغمورة submergent plants
نباتات، كزنابق الماء، ينمو معظم جسمها تحت الماء.

نباتات ملحية halophytes
نباتات تتكيّف بصورة خاصة للعيش في المناطق المالحة.

نبات بوغيّ sporophyte
مصطلح يصف نباتاً في المرحلة اللاجنسية لتناوب الأجيال.

نبات رِمّيّ saprotroph (saprophyte)
عضوية لا تصنع غذائها بنفسها، بل تعتاش على النباتات الميتة أو على المادة الحيوانية.

نَبات عَروسيّ gametophyte
مصطلح يصف نباتاً في المرحلة الجنسية من تناوب الأجيال.

نبات هوائي epiphyte
كائن حيّ يصنع طعامه الخاص، لكنه ينمو أعلى من النباتات الأخرى ليحصل على نصيب أفضل من الضوء والماء.

نَبَضات عصبية nerve impulses
أجزاء من المعلومات تمرّ عبر العصبونات على شكل إشارات كهربائية.

نُبَيْبات ملبيغي Malpighian tubules
أنابيب إفراغية في مفصليات الأرجل تصرف الفضلات السائلة من الجوف الدموي.

نَتْح transpiration
فقدان للماء على شكل بخار عبر ثُغَيْرات الورقة.

نترات nitrates
مجموعة من الأملاح يستحصل عليها من حمض النتريك. توجد النترات طبيعيا وهي ضرورية لنمو النبات.

نتروجين (أزوت) nitrogen
غاز يشكّل ما يربو على 78% من الهواء. وهو مهم للكائنات الحية.

نَجْم star
كرة غازية شديدة الحرارة تولّد حرارة وضوءاً من التفاعلات النووية التي تجري في قلبها.

نجم ثنائيّ binary star
نجمان يدور الواحد منهما حول الآخر.

نَجْم الصباح morning star
تسمية أُخرى لكوكب الزهرة، الذي يشاهد قبل شروق الشمس تماماً.

نجمٌ عملاق giant star
نجم أكبر من الشمس.

نَجْم الغُروب evening star
اسم آخر لكوكب الزُهرة، كونه يظهر بعد الغروب تماماً.

نجمٌ فوق العملاق supergiant star
الحجم الأكبر للنجم.

نجم قَزَم dwarf star
نجم أصغر من الشمس.

نجم متغيّر variable star
نجم يتغيَّر سطوعه تدريجياً.

نجمٌ مُتغيِّر كُسُوفي eclipsing variable
نجم ثنائي يتغيَّر سُطوعه كلّما كَسَف أحد نجميه الآخر.

نجم نيوترونيّ neutron star
نجم صغير فائق الكثافة يدور بسرعة كبيرة، وهو يتخلف عن المستعر الفائق.

نزع الغازات outgassing
العملية التي تصاعدت بموجبها الغازات من البراكين، مما أدى إلى تشكّل الغلاف الجوي الأوّلي للأرض.

نسبة القوة force ratio
الحِمل الذي تتطلّبه الآلة للتغلّب عليه مقسوماً على الجهد المبذول.

نسيج tissue
جزء من العضوية يتألّف من خلايا كثيرة من نفس النوع.

نسيج أوسط mesophyll
جزء من الورقة مؤلّف من طبقات عمادية واسفنجية.

نسيج أوّلي primary tissue
أول نسيج يشكله نبات جديد.

نسيج الخشب (كَيْسَم) xylem
نسيج ناقل للماء في النباتات الوعائية.

نسيج ضَامّ collenchyma
نوع من النسيج النباتي الداعم ذي الخلايا الطويلة ثخينة الجدران، يوجد في القِشرة.

نسيج العضلة القلبية cardiac muscle tissue
نوع من النسيج العضلي المخطّط، مؤلف من ألياف على شكل Y تتشابك لتكون القلب.

نسيج عضلي أملس smooth muscle tissue
نوع من النسيج العضلي، يتألّف من ألياف مغزلية الشكل، ويكوّن العضلات الحشوية.

نسيج عضلي مخطّط striated (striped) muscle tissue
النسيج الذي يؤلّف العضلات الهيكليّة.

نسيج قَسوم meristem
منطقة من الخلايا على النبات تنقسم تهيئة لنموٍّ جديد.

نَشاء starch
بوليمر طبيعي يتكوّن من مونومرات الغلوكوز، تستخدمه النباتات لتخزين الطاقة.

نصفا الكرة المخيّة cerebral hemispheres
النصفان اللذان ينقسم إليهما الدماغ.

نصف الكرة الجنوبي southern hemisphere
نصف الكرة الأرضية الواقع جنوب خط الاستواء.

نصف الكرة الشمالي northern hemisphere
نصف الكرة الأرضية الواقع شمال خط الاستواء.

نصف نَفوذ semipermeable
مصطلح يصف الأشياء التي تملك ثقوباً أو مساماً تسمح لبعض الموادّ بالمرور عبرها وتمنع ذلك عن مواد أخرى.

نِطاف (مَنيّ) sperm
الخلايا الجنسية الذكرية في الحيوانات.

نطاق الإستطالة zone of elongation
منطقة من الخلايا الجديدة تنشأ عن انقسام الخلايا الواقعة وراء قمة جذر النبات تماماً.

نطاق إشعاعي radiative zone
الجزء من الشمس الذي يحيط بلبُّها.

نطاق الانسياب asthenosphere
طبقة واهنة، منصهرة جزئياً، تقع في الوشاح العلوي للأرض، يتحرك فوقها كامل الغلاف الحجري.

نِطاق حَمْلي convective zone
قسم من الشمس يقع بين النطاق الإشعاعي والغلاف الضوئي.

نطاق الشفق twilight zone
مستوى في المحيط يقع على عمق يتراوح بين 200 و 1000 م، لا يصل إليه إلا مقدار ضئيل من ضوء الشمس.

نطاق غَوْري abyssal zone
منطقة في المحيط تقع على عمق يتراوح بين 4000 و5000 م.

نطاق مُضيء sunlit zone
أعلى 200 م من المحيط، وهو موطن لكثير من الحيوانات وكل النباتات البحرية.

نطاق مُعتِم sunless zone
مستوى في المحيط يقع على عمق يتراوح بين 1000 و4000 متر، لا تصل إليه أشعة الشمس.

نظام التَسْمية الثنائية binomial system
نظام إعطاء الكائنات الحية أسماء بيولوجية مؤلفة من قسمَيْن.

نظام التشغيل operating system
نظام يتحكّم في كيفية عمل الحاسوب.

نظرية الانتقاء الطبيعي theory of natural selection
الفكرة القائلة إن التطور يحدث لأن الأفراد التي تتمتع بصفات تساعدها على البقاء تميل للحياة لفترة أطول، وأنها تنقل هذه الصفات إلى ذُرّيّتها.

نظرية الانسحاق العظيم Big Crunch theory
الفكرة القائلة إن الجاذبية ستبطىء توسُّع الكون، جاذبة كل شيء إلى الوراء إلى حين تصادم المجرّات.

نظرية الانفجار العظيم Big Bang theory
الفكرة القائلة إن كافة مادة الكون نشأت من انفجار ضخم يعرف بالانفجار العظيم.

نظرية التباطؤ Slowing Down theory
الفكرة القائلة إن الكون قد يتوسّع على نحو متواصل ويخبو تدريجياً.

نظرية التطوّر theory of evolution
الفكرة القائلة إن الحياة على الأرض بدأت بمخلوقات غاية في البساطة، وتطوّرت تدريجياً عبر سلسلة طويلة من التغيُّرات.

النظرية الحركية kinetic theory
الفكرة القائلة إن كلّ الموادّ مؤلَّفة من جُسَيمات متحركة لها كميات متفاوتة من الطاقة، الأمر الذي يؤدي إلى نشوء الحالات المختلفة للمادة.

النظرية العامّة للنسبيّة general theory of relativity
نظرية طوَّرها ألبرت إينشتاين، ربط فيها نظريته الخاصة للنسبية بالجاذبية.

نظرية كموميّة فيزياء الكمّ quantum theory
الفكرة التي تقول إن الطاقة تاتي من "رزم" صغيرة جداً تسمّى الكموم، ما يساعد على تفسير خصائص الالكترونات في الذرّات وعلاقة الطاقة بالمادة. ويطلق على كموم الإشعاع الكهرمغنطيسي، كالضوء، اسم الفوتونات.

نظرية الكون المتذبذب Oscillating Universe theory
الفكرة القائلة إن الكون يتوسع وينكمش في دورة متكرِّرة من الانفجارات العظيمة والانسحاقات العظيمة.

النظرية النسبية الخاصة special theory of relativity
نظرية طوّرها ألبرت اينشتاين، تبحث علاقة سرعة الضوء بالنسبة لقياس الزمن والفضاء، وعلاقة المادة بالطاقة.

نظير isotope
ذرّة لها عدد مختلف من النيوترونات ولها بالتالي عدد كتلي مختلف عن باقي الذرّات الأخرى في العنصر نفسه.

نظير مشعّ radioisotope
أحد النظائر المشعّة.

نظيري analogue
مصطلح يصف إشارة مستمرة تتغير بالتناسب مع الكمية التي تمثّلها.

نغمات توافقيّة harmonics
أصوات ذات تردّد عال تُمزج مع تردّد النغمة الأساسية لإعطاء الآلة الموسيقية طابعها (جَرْسها).

نفط خَام crude oil
نفط داكن غليظ القوام مؤلف من خليط من الهيدروكربونات الطبيعية، يستخلص منه أنواع كثيرة من الوقود المفيد والمواد الكيميائية الأخرى بالتقطير التجزيئي.

نَفوذ permeable
مصطلح يصف الأشياء التي لها ثقوب أو مسام تسمح بدخول الماء.

نقطتا التكافؤ compensation points
النقطتان في كل 24 ساعة حيث تتوازن تماماً عمليتا التخليق الضوئي والتنفُّس في النبات.

نقطة الانصهار ;melting point
درجة الحرارة التي تتحول عندها مادة ما من شكلها الصلب إلى شكلها السائل.

نقطة التبخّر steam point
درجة حرارة البخار فوق غليان الماء عند الضغط الجوي (373 ك؛ 100درجة مئوية؛ 2120 درجة فرنهايتية).

نقطة التجمّد ice point
درجة الحرارة التي ينصهر عندها الجليد النقي (273 كلفن، 0 درجة مئويّة، 320 درجة فرنهايتية).

نقطة الغليان boiling point
درجة الحرارة التي تتحول عندها المادة من سائل إلى غاز.

نمط طيفيّ spectral type
صنف نجمي.

نموذج الحيِّز الممتلىء space-filling model
طريقة لتمثيل الجُزيئات تظهر فيها الذرّات المرتبطة كيميائياً ككرات متماسكة مع بعضها بعضاً.

نموذج السحابة الالكترونية electron cloud model
أسلوب لتصوير الأغلفة الالكترونية كمناطق تشبه السحاب (تسمى ايضاً مدارات) حيث يمكن أن يتواجد الالكترون بأي مكان عند زمن محدّد.

نموذج كرويّ بَرْمقي ball-and-spoke model
طريقة لتمثيل الجزيئات تُظهر الذرّات ككرات والروابط الكيميائية التي تربطها كقضبان.

نواة nucleus
1- الجزء المركزي للذرّة الذي يحتوي على بروتونات و(باستثناء الهيدروجين) نيوترونات. 2- الجزء من الخلية الذي يتحكّم بكلّ عملياتها. 3- الجزء المركزي من المذنّب، يتألف من غازات متجمّدة وجليد وصخر وحصباء.

نوع species
أكبر فئة تصنيفية للجنس.

نوم الريم REM (rapid eye movement) sleep
نوم حركة العين السريعة، وهو نوع من النوم تدور خلاله العينان.

نـوم الـلاَّريـم NREM (non-rapid eye movement) sleep
نوم تبقى فيه العينان ساكنتين.

نُوَيّة nucleolus
متعضّية في نواة الخلية تنتج أجزاء مقوِّمة من الجسيمات الريبية (الريبوسومات).

نُوَيدة nucleotide
الوحدة الكيميائية التي يتركّب منها الحمض النووي الريبي المنقوص الأكسجين (DNA)، تتألف من الديوكسي ريبوز، وهو قاعدة ومجموعة فسفاتية.

نُوَيْع (تحت النوع) sub-species
فئة تقسيمية أصغر من النوع.

نَيْزَك meteoroid
قطعة صغيرة من الحطام الفضائي.

نيوترون neutron
جُسَيْم دون ذري في نواة الذرة ليس له شحنة كهربائية.

نيوتن newton (N)
وحدة القوة في المنظومة الدولية للوحدات.

نيوتن متر newton metre (Nm)
وحدة العزم.

نيون neon (Ne)
غاز خامل يستخدم في المصابيح الكهربائية.

(هـ)

هالوجين halogen
أيٌّ من العناصر السامّة التفاعلية غير الفلزيّة التي تؤلف المجموعة VII من الجدول الدوري للعناصر.

هاليت (ملح صخري) (halite (rock salt
الشكل الفلزّي لملح الطعام (كلوريد الصوديوم).

هاليد halid
نوع من المركّبات التي تحوي هالوجيناً واحداً أو أكثر.

هِجرة migration
مرحلة في دورات حياة بعض الحيوانات ترتحل خلالها لمسافة طويلة بحثاً عن الطعام أو للتزاوج.

هجرة مدينية (نحو المدن) urban migration
حركة الناس من المناطق الريفية إلى المدينة بحثاً عن العمل.

هُجُوع dormancy
في دورات حياة بعض الحيوانات، طور تدخل فيه في حالة تشبه النوم للبقاء على قيد الحياة اتقاء للبرد أو الجفاف.

هَجين (hybrid (cross
عضويّة تتكون نتيجة تزاوج ضربَيْن متميِّزين من نوع واحد.

هُدْبيّة ciliate
كائن حيّ مجهري ذو أهداب.

هَدْرَجة hydrogenation
تفاعل بالضمّ تتشبّع فيه الجزيئات غير المشبعة بإضافة ذرّات الهيدروجين.

هرتز (hertz (Hz
وحدة التردّد الموجي.

هرمونات hormones
مواد كيميائية تساعد في التحكم بمستوى المواد في الجسم.

هرمونات تَضَادّية antagonistic hormones
أزواج من الهرمونات تولّد تأثيرات متضادّة، تعمل معاً لموازنة المستويات الكيميائية.

هُلْب chaetae
شَعْر يوجد على أجسام بعض اللافقاريات، أو على نهاية أرجلها الجانبية، يستعمل للتحرك إلى الأمام.

هُلْب setae
شعر غليظ وصلب يوجد على أجسام الكثير من اللافقاريّات، يستخدم لتحسُّس حركة الهواء.

هليوم helium
غازٌ خامل قليل التفاعل. وهو العنصر الثاني من حيث خفّة الوزن.

هندسة السوائل (الهيدروليّات) hydraulics
دراسة حركة السوائل.

هندسة وراثية genetic engineering
استخلاص الجينات من كائنات حية لأغراض مختلفة، مثل تركيب أدوية جديدة.

هوائي غازي pneumatic
يُدار بواسطة ضغط أحد الغازات، عادة الهواء.

هيدروكربون hydrocarbon
مركّب عضوي يحتوي فقط على هيدروجين وكربون.

هيدروليّ hydraulic
يعمل بواسطة ضغط السائل.

هيكل الأطراف appendicular skeleton
الجزء من الهيكل العظمي المؤلف من عظام الكتفَيْن والذراعَيْن والحوض والساقَيْن.

هَيْكل خارجي exoskeleton
غطاء جسمي صلد يدعم ويحمي أجسام الحيوانات التي ليس لها هيكل داخلي.

هَيْكل داخلي endoskeleton
هيكل عظمي صلب يدعم جسم الحيوان من الداخل.

هيكل عظمي skeleton
قسم من جسم الحيوان، وبخاصة الهيكل العظمي أو الغطاء الصلب للجسم، يدعم جسم الحيوان ويحمي أعضاءه الداخلية. انظر أيضاً الهيكل الداخلي؛ الهيكل الخارجي؛ الهيكل الهيدروستاتي.

الهَيْكل المِحْوري axial skeleton
جزء من الهيكل العظمي يكوِّن الجمجمة والسِّنْساء والقفص الصدري.

هيكل هيدروستاتي hydrostatic skeleton
جهاز داعم لبنية الجسم، وأحياناً لحركته، مؤلّف من عضلات موجودة في جدار الجسم تناهض انضغاط المائع في التجويف حول الحشوي.

هيموغلوبين haemoglobin
مادة كيميائية أرجوانية حمراء توجد في خلايا الدم الحمراء. تتحد مع الاكسجين في الرئتين لتشكّل مركب اكسي الهيموغلوبين ذي اللون الأحمر الزاهي.

(و)

واط (watt (W
وحدة القدرة في المنظومة الدولية.

وَتَر hypotenuse
الضلع الأطول للمثلّث القائم الزاوية، أي الضلع المقابل للزاوية القائمة.

وحدات دولية SI units
منظومة متفق عليها دولياً للوحدات المعيارية المستخدمة في القياسات العلمية.

وحدة المعالجة المركزية central processing unit (CPU)
الدارة الرئيسية المتكاملة، وهي مجموعة من الدارات أو لوحات الدارة المطبوعة، تتحكم في عمل الحاسوب.

وَحيدة monocyte
نوع من خلايا الدم البيضاء يقضي على الجراثيم بواسطة البلعمة.

وحيد الخلية unicellular
مصطلح يصف كائناً حياً يتألف جسمه من خلية واحدة فقط.

وحيد الفلقة monocotyledon
نبات، كالعشب مثلاً، له فلقة واحدة.

وراثة (توارث) heredity
انتقال السمات الوراثية من جيل إلى الجيل الذي يليه.

ورديّة (دُوّارة) (rosette (whorl
انتظام ورقي تنمو فيه حلقة من الأوراق من نقطة واحدة.

ورقة بسيطة simple leaf
ورقة مؤلفة من نصل واحد، مثالها ورقة القَيْقَب.

ورقة ثلاثية ternate leaf
ورقة ثلاثية الوريقات تتألف فيها كل وريقة من ثلاثة فصوص.

ورقة ثلاثية الوُرَيقات trifoliate leaf
ورقة مركّبة لها ثلاث وريقات نامية من نقطة واحدة.

ورقة راحِيَّة palmate leaf
ورقة مركّبة ذات خمس وريقات أو أكثر تنمو من نقطة واحدة.

ورقة ريشية pinnate leaf
ورقة تكون الوريقات فيها مرتّبة في أزواج متقابلة على طول الساق.

ورقة مُبَرْقَشة variegated leaf
ورقة ملوَّنة بلونَيْن أو أكثر.

وَرَقة مركَّبة compound leaf
ورقة مؤلفة من أكثر من وريقة واحدة تنمو من سويقة مركزية.

الوريد الأجوف السفليّ inferior vena cava
وريد ينقلُ الدم من أسفل الجسم إلى القلب.

الوريد الأجوف العُلويّ superior vena cava
وريد ينقل الدم من أعلى الجسم إلى القلب.

وُرَيقات leaflets
نصال ورقية صغيرة تؤلف أوراقاً مركّبة.

وريقات ريشيّة pinnae
في النباتات، وُرَيقات مرتبة على طول ساق في أزواج متقابلة.

وزن (ثقل) weight
مقدار قوّة شدّ الجاذبية لجسم ما.

وشاح mantle
الجزء الصلب بمعظمه من الأرض الذي يقع بين قشرتها وقلبها.

وِضْعة (وَقْفة) stance
مصطلح يصف كيفية وقوف الحيوان أو حركته.

الوِطاء hypothalamus
جزء من الدماغ البيني يتحكم بالاستتباب وببعض الهرمونات.

وعائيّ vascular
مصطلح يصف شيئاً مؤلّفاً من أوعية ناقلة أو يحتوي عليها. وهو، في النباتات، يعني نسيج الخشب (الكَيْسم) واللحاء. أما في الحيوانات، فيعني المَدَد الدموي.

وَقُود أحْفُوري fossil fuel
وقود، كالفحم والنفط والغاز الطبيعي، يتكوَّن من البقايا الأحفورية للنباتات أو الحيوانات.

وقود غير متجدِّد non-renewable fuels
وقود، كالفحم والنفط، يستخدم لمرّة واحدة فقط.

وَلُود viviparous
مصطلح يصف الحيوانات التي تضع مولوداً حيّاً.

(ي)

يَرَقة larva
حالة الحشرة الفتيّة قبل التحوّل.

يَصْفُورات xanthophylls
أصبغة طبيعية تنتج الألوان الصفراء في النباتات.

يوريا (بَوْلة) urea
النفاية التي تنتج في الكبد من تفكّك الحموض الأمينية.

قاموس المصطلحات (انكليزي-عربي)

Abdomen	بَطن
abiotic	لا حيويّ
abscess	خُرّاج
abscission layer	طبقة الفِصال
absolute temperature scale	سُلّم درجات الحرارة المطلقة
absolute zero	صفر مطلق
abyssal zone	نطاق غَوري
acceleration	تَسارُع
accessory foods	أغذية مُساعِدة
achene	بَهْمَة
achromatic colours	ألوان لالونيّة
acid	حَمض
acid rain	مطر حمضيّ
actinides	أكتينات
activation energy	طاقة التنشيط
active immunity	مناعة فاعلة
addition reaction	تفاعل بالضمّ
additive mixing	مَزج جَمعيّ
adhesion	التصاق
ADP (adenosine diphosphate)	أدينوزين ثنائي الفسفات
adventitious root	جَذر عَرَضي
aerial root	جَذر هوائي
aerobic respiration	تَنَفس هوائي
aerodynamics	ديناميكا هوائية
aerofoil	مُنسابٌ هوائي
aeronautics	علم الطيران
aestivation	تَصَيُّف (سُبات صيفيّ)
aggregate (compound) fruit	ثَمَرة مركبة
agonist	عضلة شادّة
aileron	جُنَيح
albumen	آح
alcohols	كُحُول
algae	طَحَالب
alkali	قِلي
alkali metals	فِلزّات قِلَويّة
alkaline earth metals	فلزّات الأتربة القلوية
alkanes	ألكانات
alkenes	ألكينات
allele	أليل
allotrope	مُتَغاير
alloy	سَبيكة
alpha particle	جُسَيْم ألفا
alpha radiation	إشعاع ألفاوي
alternating current (AC)	تيار متناوب
alternation of generations	تناوُب الأجيال
altitude	ارتفاع
alveoli	أسناخ
amino acids	حموض أمينية
ammonia	أمونيا
ampere	أمبير
amphibians	برمائيّات
amplify	ضَخّم
amplitude	سَعَة
amplitude modulation (AM)	تضمين سَعَوي
ampullae	أنبُولات
ampullae of lorenzi	أنبُولات لورنزي
anaerobic respiration	تَنَفس لاهوائيّ
anal fin	زعنفة شَرجية
analogue	نظيري
analogue circuit	دارة نظيرية
anatomy	علم التشريح
anhydrous	لامائي
aniline	أنيلين
anion	أنيون
annelids	حَلَقيّات
annual ring	حَلَقة حَوليّة
annuals	حَوليّات
anode	أُود
anodizing	أَنْوَدَة
antagonist	عضلة ضادّة
antagonistic hormones	هرمونات تَضادّية
antagonistic pair	زَوجٌ تَضادّي
antennae (feelers)	زُبانيات
anther	مِئبَر
anthophytes	نباتات زَهْريّة
anthracite	أنتراسيت
antibiotics	مضادّات حيوية
antibodies	أضداد
antigen	مُستَضِد
antiseptic	مُطَهِّر
anus	شَرَج
aorta	أبْهَر
aperture	فُتحة
apical meristems	أنسجة قَسُومة قميّة
apparent magnitude	قَدْر ظاهري
appendicular skeleton	هيكل الأطراف
aqueous	مائيّ
aqueous humour	خِلْط مائي
argon (Ar)	أرغون
armature	حَرُوكة
arteries	شرايين
arthropods	مَفصليات الأرجل
asexual reproduction	تكاثر لاجنسيّ
association neurons	عَصَبونات ترابطيّة
asterism	كُوَيْكبة
asteroids	كُوَيْكبات
asthenosphere	نطاق الانسياب
astronomy	علم الفلك
astrophysics	فيزياء فلكية
atmosphere	جوّ
atmospheric pressure	ضغط جوي
atomic number	عدد ذرّي
atoms	ذرّات
ATP (adenosine triphosphate)	أدينوزين ثلاثي الفسفات
atria	أُذَينات
auditory nerve	عَصَب سمعيّ
aurora	شَفَق قطبي
autonomic nervous system	الجهاز العصبي المستقلّ
autotrophic	ذاتيّ التغذّي
auxins	أوكسينات
Avogadro number	عدد أفوغادرو
axial skeleton	هَيْكل مِحْوري
axil	إبْط
axillary bud	بُرْعُم إبْطي
axons	مَحَاوير
Background rate of extinction	معدّل الإنقراض الطبيعي
bacteria	بكتيريا (جراثيم)
ball and socket joint	مَفْصِل كرويّ
ball-and-spoke model	نموذج كرويّ بَرْمقي
bandwidth	عَرْض النطاق
barbs	بُرائل
barbules	بُرَيْئلات
base	قاعدة
base station	محطة قاعديّة
bauxite	بوكسيت
beta particles	جُسَيْمات بيتا
beta radiation	إشعاع بيتا
bicuspids	ثُنائيات الشُرَف
biennials	ثنائيّات الحَوْل
Big Bang theory	نظرية الانفجار العظيم
Big Crunch theory	نظرية الانسحاق العظيم
bilateral symmetry	تناظر ثنائي الجانب
bile	الصَفراء
binary code	كَوْد ثنائيّ
binocular vision	رؤية ثنائية
binomial system	نظام التَسْمية الثنائية
biodegradable	مُتَدرِّك حَيَويّاً
biodiversity	تنوّع حيوي
biogases	غازات حيوية
biological key	ترميز بيولوجي
biological name	اسم بيولوجي
biomass	كتلة حيوية
biomes	مواطن حيوية
biped	ثنائي الأرجل
bit (binary digit)	بتّ
black hole	ثُقب أسود
bladder	مَثانة
blast furnace	فُرْن عال
boiling point	نقطة الغليان
bolus	لُقْمَة
bond	رابطة
botany	علم النبات
Bowman's capsules	مَحافظ بومان
bract	قُنابة
brain stem	جِذع الدماغ
brain waves	موجات دماغية
branchiae	خياشيم
brine	محلول ملحيّ
bronchi	قَصَبات
bronchioles	قُصَيْبات
Brownian motion	حركة براونية
browser	مُتَصَفِّح
bryophytes	حَزازيّات
buckminterfullerene	بكمنسترفولرين
bud	بُرْعم
bulb	بَصَلة
bus	باص
byte	بايت
Caecum	أعْوَر
caldera	كَالديرا
calorie	حريرة
Calorie	كالوري
cambium	قُلْب
camouflage	تَمْويه
canines (cuspids)	أنْياب
capacitor	مكثّف
capillaries	أوْعية شَعْرية
capillary action	فعل شَعْري
carapace	دَرَقة
carbohydrates	كربوهيدرات
carbon	كربون
carbon cycle	دورة الكربون
carbon dating	تاريخ بالكربون
carbon dioxide	ثاني أكسيد الكربون
carbon monoxide	أحادي أكسيد الكربون
carbonado (black diamond)	ماس أسود
carbonates	كربونات
carboxylic acids	حموض كربوكسيلية
cardiac	قلبي
cardiac muscle tissue	نسيج العضلة القلبية
carnassials	قواطع
carnivore	لاحم
carotene	كاروتين
carpals	رُسْغيات
carpel (pistil)	كَرْبَلة
carrier waves	موجات حاملة
cartilage (gristle)	غُضروف
caryopsis (grain; kernel)	بُرّة
cataclysmic variable	مُتَغَيِّر جائِحي
catalyst	حَفّاز

catalytic converter	مُحَوِّل حفّازي
cathode	كاثود
cathode ray tube	صمام الأشعة الكاثودية
cation	كاتيون
caudal fin	زِعْنفة ذيليّة
caustic	كاوٍ
cell	خليّة
cell membrane	غشاء الخلية
cell sap	عُصَارة خلوية
cell wall	جدار الخلية
cellulose	سِلّولوز
celsius scale	سُلّم سلسيوس
Cenozoic Era	حَقْب الحياة الحديثة
central nervous system	الجهاز العصبي المركزي
central processing unit (CPU)	وحدة المعالجة المركزية
centre of gravity	مركز الثقل
centrifuging	تَنْبيذ
centrioles	مُرَيْكِزان
centripetal force	قوة جابذة
cerebellum	مُخَيْخ
cerebral	قشرة المخ
cerebral hemispheres	نصفا الكرة المخيّة
cerebrospinal fluid	سائل مخّي نخاعي
cerebrum	مُخّ
cervix	عُنُق
chaetae	هُلْب
charge-coupled device (CCD)	أداة قَرْن الشحنة
chemical energy	طاقة كيميائية
chemical formula	صيغة كيميائية
chemical reaction	تفاعل كيميائي
chemical symbol	رمز كيميائي
chemoreceptors	مُسْتَقْبِلات كيميائية
chip	رُقاقة (جذاذة)
chitin	كيتين
chlorides	كلوريدات
chlorofluorocarbons (CFC)	كلوروفلوروكربونات
chlorophyll	كلوروفيل
chloroplasts	صَانِعات اليخضور
cholesterol	كولستيرول
chordates	حَبْليّات
chromatic colours	ألوان طيفية
chromatogram	مُخطط استشرابي
chromatography	استشراب
chromoplast	صَانع الصِّبغ
chromosomes	صِبغيات
cilia	أهداب
ciliary muscles	عَضَلات هُدْبية
ciliate	هُدْبيّة
circuit	دارة (دائرة)
circular muscles	عضلات دائرية
circulatory system	جهاز الدوران
cirri	ذُؤابات
cirrus	سَحَابة سِمْحاقيّة
class	صَفّ
classical taxonomy	تَصْنيف تقليدي
classification	تَصْنيف
clavicle	تَرْقُوَة
cleavage furrow	تَلَم التفلّق
cleavage plane	مستوي التفلّق
cleidoic egg	بَيْضَة مُسْتَغْلِقة
client / server network	شبكة المخدّم/ المخدوم
climate	مُنَاخ
climax community	مُجتمع أوجي
clitellum	سَرْج
cloaca	مِذْرَق
clock speed	سُرْعة الحاسوب
cloning	استِنْساخ
clotting	تَخَثُّر
cnidarians	اللاسِعَات
cnidoblasts (thread cells)	أَرُومات لاسعة
cochlea	قَوْقَعَة
co-dominant genes	جينات سائدة مشتركة
coelom	جَوْف عام
coherent	مُتَرابط
cohesion	تَمَاسُك
cold-blooded	ذوات الدم البارد
collenchyma	نسيج ضَامّ
colloid	غَرَواني
colon	قولون
combining power	قوة اتحاديّة
combustion	احتراق
comet	مُذَنَّب
commensals	مؤاكِلان
community	مجتمع
commutator	مُبَدِّل
compact bone	عَظْم ضامّ
compact disc (CD)	قُرْص مُدْمَج
compensation points	نقطتا التكافؤ
complementary colours	لَوْنان مُتتامّان
complementary medicine	الطبّ التكميليّ
composite bulb	بَصَلة مركّبة
composites	المواد المركّبة
compound	مركّب
compound eye	عَيْن مركّبة
compound fruit	ثَمَرة مُرَكّبة
compound leaf	وَرَقة مركّبة
compound microscope	مِجْهَر مركّب
concave mirror	عَدَسة مُقَعَّرة
conception	حَمْل
condensation	تَكَثُّف
conduction	توصيل
conductor	مُوَصِّل
cones	مَخَاريط
conifers	مَخْروطيّات
conjunctiva	مُلْتَحِمة
conservation	حِفْظ
constellation	كَوْكَبَة
constructive boundary	حدّ إنشائي
constructive interference	تداخل بنّاء
consumers	مستهلكون
contact forces	قوى التلامس
continent	قَارّة
continental drift	انْجِراف قاريّ
contour feathers	رِيش كِفافيّ
contraception	مَنْع الحَمْل
contractile vacuole	فَجْوة قَلُوصَة
control surfaces	سُطوح التحكّم
convection	حَمْل (حراري)
convective zone	نِطاق حَمْلي
converging lens	عَدَسَة مُقَرِّبة
convex lens	عَدَسة مُحَدَّبة
convex mirror	مِرْآة محدّبة
core	قَلْب (نواة)
corm	قُرْمَة
cornea	قَرْنيّة
cornified layer	طَبَقَة مُتَقَرِّنة
corona	إكْليل
Corpus callosum	جِسْم ثَفَنيّ
Corrosion	تَآكُل
corrosive	أكّال
cortex	قِشْرَة
cotyledon (seed leaf)	فَلْقَة (ورقة بذرية)
covalent bond	رابطة تشاركية
cracking	تَكْسير
cranium	قِحْف
crater	فُوّهة
crop	حَوْصَلَة
crop rotation	دَوْرَة زراعية
cross-breeding	تَهْجين
cross-pollination	تأبير تَهْجيني
crown	تَاج
crude oil	نفط خَام
crust	قِشْرة
crystal	بلّوْرَة
CT (computed tomography) scanner	مِفراس التصوير المَقْطعي المُحَوْسب
cumulus	سَحَابة رُكاميّة
cupula	قُدَيْح
currents	تيّارات
cusps	شُرَف
cuticle	جُلَيْدَة
cycads	السيكاسيّات
cytokinesis	اِنْقسام سيتوبلازمي
cytoplasm	سِيتوبلازم
Data	مُعْطيات (بيانات)
data compression	ضَغْط المعطيات
daughter cells	خلايا وَلِيدَة
decantation	تَصْفيق
deceleration (negative acceleration)	تَبَاطُؤ
decibel (dB)	دسيبل
deciduous (milk) teeth	رَوَاضِع (أسنان الحليب)
deciduous trees	اشجار مُعْبِلَة
decomposers	مُفَكِّكات
decomposition reaction	تفاعل التفكُّك
deep time	الزَمَن السحيق
dehydrating agent	عميل إنْكاز
deionization	إزَالة التأيُّن
delta	دِلْتا
deltoid	عضلة دَاليّة
dendrites	تَغَصُّنات
density	كثافة
dental amalgam	مَلْغَم سِنيّ
dentate	ذو أسنان
dentine	عَاج
dentition	منظومة الأسنان
deoxyribose	ريبوز منقوص الأكسجين
dermal	جِلْدي
dermal scales	حَرَاشِف أَدَميّة
dermis	أدَمَة
desert	صَحْراء
destructive boundary (subduction zone)	حَدّ انهدامي (نطاق الاندساس)
destructive interference	تَدَاخُل هَدّام
detergent	مُنَظِّف
diabetes	داء السكّري
diagnosis	تَشْخيص
diamond	ماس
diaphragm	حجاب (رق)
diatoms	مَشْطورات
dichotomous key	ترميز ثنائي التفرُّع
dicotyledon	ثُنائي الفَلْقَة
diencephalon	دِمَاغ بَيْني
dietary fibre (roughage)	لِيف غِذائي (خَشائِن)
differential	مسنّن تفاضلي
diffraction	انْعراج (حُيود)
diffuse reflection	انعكاس مُنْتَثِر
diffusion	انْتِثَار
digestive glands	غُدَد هَضْميّة
digestive juices	عُصَارات هَضْميّة
digestive system	الجهاز الهضمي
digestive tract (alimentary canal)	قناة هضمية
digit	إصْبَع
digit	رقم
digital	رَقْميّ
digital circuit	دَارَة رَقْمِيّة
digital electronics	الكترونيّات رقمية
digitigrade	إصْبَعيّ المِشْية
diode	دايود
dioecious	منفصل الجنس
dipole	ثُنائيُّ القُطْب
direct current (DC)	تيّار مستمر
dispersal	انتثار
dispersion	تَشَتُّت
displacement reaction	تَفَاعُل بالإزاحة

distillation	تَقْطير
diverging lens	عَدَسَة مُبَاعِدَة
DNA (deoxyribonucleic acid)	دنا (حمض نووي ريبي منقوص الأكسجين)
DNA profiling (genetic fingerprinting)	ابتصام جيني
domain	ميدان
domain name	اسم الميدان
dominant gene	جِيْن سَائِد
dormancy	هُجُوع
dorsal fin	زِعْنفة ظَهرية
double bond	رابطة مُزْدوجة
double helix	لولب مزدوج
download	تنزيل
drag (air resistance)	سَحْب (مقاومة هوائية)
driver	مُسيق (سوّاقة)
drug	دواء (عقّار)
drupe	ثمرة نَوَوِيّة
drupelets	حبّات (ثُمَيْرة نووية)
dry cell	خَلِيّة جافّة
dry fruit	ثمرة جافّة
ductile	مَطيل
duodenum	إثنا عشري
dwarf star	نجم قَزْم
dyke	جُدَّة قاطعة
dynamics	الديناميكا
dynamo	دينامو
Ear canal	قناة الأُذُن
eardrum	طَبْلة الأُذُن
earthquake	زِلْزال
ecdysis	إنْسِلاخ
echinoderms	شَوْكيّات الجلد
echo	صَدًى
echo location	تحديد الموقع بالصدى
eclipse	كُسوف (خسوف)
eclipsing variable	نجمٌ مُتَغيِّر كُسوفي
ecological niche	مَرْتَع بيئيّ
ecological succession	تَعَاقُب بيئي
ecology	علم البيئة
ecosystem	منظومة بيئية
effort	جُهْد
ejaculation	قَذْف
elastic	مَرِن
elastic limit	حَدّ المُرونة
electric charge	شحنة كهربائية
electric current	تيّار كهربائي
electric field	حَقْل كهربائي
electric force	قُوّة كهربائية
electric motor	مُحَرِّك كهربائي
electricity	كهرباء
electrochemical cell	خلية كهركيميائية
electrode	إلكترود
electroencephalogram (EEG)	مُخَطّط كهربائية الدماغ
electrolysis	تَحْليل كهربائي (كهرلة)
electrolyte	إلكتروليت (كهرل)
electromagnet	مغنطيس كهربائي
electromagnetic spectrum	طَيْف كهرمغنطيسي
electromagnetic waves	موجات كهرمغنطيسية
electromagnetism	كهرمغنطيسية
electron	إلكترون
electron cloud model	نموذج السحابة الإلكترونية
electron configuration	تشكيلة الكترونية
electron shell	غلاف الكتروني
electronic components	مكوِّنات إلكترونية
electronics	إلكترونيات
electroplating	طِلاء كهربائي
electroreception	تَقَبُّل كهربائي
electrorefining	تَنْقية كهربائية
element	عنصر
elevator	رافِعة

elliptical galaxy	مَجَرَّة إهليلجية
elytra	أجْنحة غِمْدِيّة
e-mail (electronic mail)	بريد إلكتروني
embryo	مُضْغَة
emergent plants	نباتات بارزة
emulsifier	مُسْتَحْلِب
emulsion	مُسْتَحْلَب
enamel	مِينا
endemic	مُتَوَطِّن
endocrine glands	غُدَد صمّاء
endoplasmic reticulum	شبكة بلازمية داخلية
endoscope	مِنْظار داخلي
endoskeleton	هَيْكل داخلي
endosperm	بَذْرَاء داخلية
endothermic reaction	تَفاعل ماصّ للحرارة
energy chain	تَسَلْسُل الطاقة
engine	مُحَرِّك
environment	بيئة (محيط)
enzyme	إنْزيم
ephemeral	قَصير الأجل (زائل)
epicentre	المَرْكَز السَّطحي للزِّلزال
epidermis	بَشَرَة
epididymis	بَرْبَخ
epiglottis	فلكة
epimysium	غِمْد العَضَلة
epiphyte	نبات هوائي
epithelium	ظِهارَة
equation	مُعَادَلة
equatorial	خطّ الاستواء
equilibrium	تَوَازُن
eras	أحْقاب
erosion	تَحَاتّ
eruption	ثَوَرَان
esters	إسترات
ethane	إيثان
ethanoic (acetic) acid	حمض الإيثانويك
ethanol	إيثانول
ethene	إيثين
eutrophication	تَأجين
evaporation	تبخر (تبخير)
evening star	نَجْم الغروب
evergreen	دائم الاخضرار
evolution	تَطَوُّر
excretion	إفراغ
excretory organs	أعضاء التفريغ
exhalation	زَفير
exodermis	أدَمَة تحتيّة
exoskeleton	هَيْكل خارجي
exosphere	الغلاف الخَارجي
exothermic reaction	تَفاعل مُصدِر للحرارة
exposure	تعرُّض
external combustion engine	محرِّك احتراق خارجي
external fertilization	إخْصَاب خارجي
extinct	مُنْقَرِض
eyepiece	عُيَيْنَة
facula	صُنَيْخَد
Faeces	براز (غائط)
Fahrenheit scale	سُلَّم فرنهايت
Fallopian tubes	انبوبا فالوب
false fruit	ثَمَرة زائفة
family	فَصيلة
fascicles	حُزَيْمات
fast-twitch fibres	ألياف النَّفْض السريع
fats	دُهون
fatty acids	حُموض دهنية
faults	صُدُوع
feedback	تغذية مرتدّة
femur	عَظْم الفَخْذ
fermentation	تَخَمُّر
ferromagnetic	حديديّ مغنطيسي

fertilization (conception)	إخْصَاب (تلقيح)
fibre-optic cable	كَبْل الليف البصري
fibrin	فِبْرين
fibrous roots	جُذور ليفيّة
fibula	شَظِيّة
field of vision	حَقْل الرؤية
filament	خَيْط
file path	مَسَار المَلَف
filter feeding	اِغْتِذاء بالترشيح
filtrate	رُشَاحة
filtration	تَرْشيح
flagellae	سِيَاط
flagellate	مُسَوَّط (ذو أسواط)
flatworms	دِيدان مُسَطَّحة
flight feathers (remiges)	ريش الطيران
flip-flop	دَارة نَطّاطة
flood plain	سَهْل فيضيّ
florigen	مُوَلِّد الزَّهر
fluid	مَائِع
fluorescence	فَلْوَرَة
fluoride	فلوريد
focus	بُؤْرَة
foetus	جَنين
fold mountains	جبال الطَّي
follicles	جُرَيْبات
food chain	سِلسِلَة غذائية
food web	شَبَكَة غذائية
force	قُوَّة
force magnifier	مُكَبِّر القُوَّة
force ratio	نسبة القوة
foreskin	قُلْفَة
formic acid	حَمْض النمل
fossil fuel	وَقُود أُحْفُوري
four-colour printing	طِبَاعَة بأربعة ألوان
four-stroke combustion cycle	دَوْرة احتراق رُباعيّة الأشْواط
fractional distillation	تَقْطير تَجْزيئي
fractionating column	عَمُود التَّجْزئة
fragmentation	تجزُّؤ
frequency	تردُّد
frequency modulation (FM)	تَضْمين تَرَدّدي
friction	احتكاك
frontalis	العضلة الجَبْهيّة
fruiting body	جسْم ثَمَريّ
fulcrum (pivot)	مُرْتكز (نقطة إسناد)
function keys	مفاتيح وظيفية
fundamental frequency	تردُّد أساسي
fungi	فُطريّات
fuse	صُهيرة
fuselage	جسم الطائرة
Galaxy	مَجَرَّة
gall bladder	مَرَارة
galvanizing	غَلْفَنَة
gametes	أعْراس
gametophyte	نَبات عَروسيّ
gamma radiation (gamma rays)	أشعّة غاما
gas	غاز
gas turbine engine	محرِّك توربينيّ
gaseous exchange	تبادُل غازيّ
gasoline	بنزين (غازولين)
gastric juices	عُصَارات مَعِدِية
gastrocnemius	عَضَلة السَّاق
gate	بوّابة
gears	مسنَّنات
gene	جين
gene therapy	مُعَالجة جينية
general theory of relativity	النظرية العامّة للنسبيّة
generator (dynamo)	مُوَلِّد (دينامو)
generic name	إسْم جَنِيسي
genetic engineering	هندسة وراثية

internal fertilization	إخصابٌ داخليّ
internal respiration	تنفس داخلي
internet	إنترنت
Internet Service Provider	موفِّر خدمة الإنترنت
internode	أنبوبة
invertebrate	لا فقاريّ
involuntary actions	أفعال لاإراديَّة
involuntary muscles	عضلات لاإراديَّة
ion	أيون
ion exchange	تبادُل أيونيّ
ionic bond	رابطة أيونيَّة
ionic lattice	شبكة أيونيَّة
iris	قُزَحيَّة
irregular galaxy	مجرَّة غير منتظمة
irrigation	ريّ
islets of Langerhans	جُزَيرات لانغرهانس
isotope	نظير
Jacobson's organs	عُضوا جاكبسون
jejunum	الصائِم
jet engine (gas turbine engine)	محرّك نفّاث
joint	مَفصِل
joule (J)	جُول
Keel	سَهْم القَصّ (صالب)
keeper	حافظة المغنطيس
kelvin (K)	كلفن
keratin	قراتين
kerosene	كيروسين
kidneys	كِلى
kilocalorie (Calorie)	كيلو حُريرة
kilojoule (KJ)	كيلوجول
kinetic energy	طاقة حركية
kinetic theory	النظرية الحركية
kingdom	عالَم
krypton (Kr)	كريبتون
Labia	شُفْران
labium	شَفة
labour	مَخاض (طَلْق)
labrum	شفة عليا
lachrymal canals	القناتان الدمعيّتان
lachrymal glands	غُدد دمعيَّة
lactic acid	حَمْض اللاكتيك (حمض اللبن)
lacunae	جَوْبات
lamellae	صُفاحات
lanthanides	لانثانات (فِلزّات الأتربة النادرة)
large intestine	المعى الغليظ
larva	يَرَقة
larynx (voice box)	حَنْجَرة
laser	ليزر
lateral root (secondary root)	جَذرٌ جانبي
lateral vision	رؤية جانبية
lava	لابة (حِمَم)
leaf trace	اثر الورقة
leaflets	وُرَيْقات
legume	قَرْن
lens	عَدَسة
lenticels	عُدَيْسات
lichen	أشْنة
life cycle	دورة حياتية
lift	قوّة الرفع
ligament	رباط
light	ضَوء
light year	سنة ضوئية
light-emitting diode (LED)	دايود باعث للضوء
lightning	بَرْق
lignite (brown coal)	ليغنيت
liquid crystal display (LCD)	عارض البلورات السائلة
lithophytes	نباتات صخرية
lithosphere	الغلاف الصخري

high-fidelity recording	تسجيل عالي الأمانة
hilum	سُرَّة
hinge joint	مِفصل بكريّ
homeostasis	استتباب
homologus chromosomes	صبغيّات متماثلة
homologus series	سلسلة متجانسة
homozygous	متماثل الزيجوت
hormones	هرمونات
horsetails	أذناب الخيل (كُنْباثات)
host	عائل (ثَويّ)
HTML (Hypertext Markup Language)	لغة توسيم النصوص التفاعلية
http (Hypertext Transfer Protocol)	بروتوكول نقل النصوص
humerus	عَضُد
humidity	رُطوبة
hybrid (cross)	هَجين
hydrated	مُمَيَّه
hydration	إماهة (تميُّه)
hydraulic	هيدروليّ
hydraulics	هندسة السوائل (هيدروليّات)
hydrocarbon	هيدروكربون
hydroelectric power	قدرة كهرمائية
hydrofoil	حوّامة مائيّة
hydrogen bomb	قنبلة هيدروجينية
hydrogen oxide	أكسيد الهيدروجين
hydrogenation	هَدْرَجة
hydrometer	مقياس كثافة السوائل
hydrophytes	نباتات مائية
hydrostatic skeleton	هيكل هيدروستاتي
hydrotropism	انتحاء مائيّ
hydroxyl group	مجموعة الهيدروكسيل
hyperlink	ارتباط تشعّبي
hyphae	خيوط فطرية
hyponome	أنبوب نفثي
hypopharynx	بُلعوم سفليّ
hypotenuse	وَتَر
hypothalamus	وِطاء
Ice ages	عُصور جليديّة
ice point	نقطة التجمّد
igneous rock	صخر ناريّ
ileum	اللفائفيّ
imago	بالغ
immiscible	غير مَزُوج
incident wave	موجة واردة (ساقطة)
incisors	قواطع
incus	السِندان
indicator	كاشف (مُشْعِر)
inertia	عَطالة (قصور ذاتي)
inferior vena cava	الوريد الأجوف السفليّ
inflammable	قابل للالتهاب
infrared radiation	إشعاع تحت الأحمر
infrasound	صوتٌ تحت سمعي
infundibulum	القِمع
inhalation	استنشاق
inhibitor	مثبّط
inner core	القلب الداخلي
inner planets	الكواكب الداخلية
inner transition metals	الفِلزّات الانتقالية الداخلية
inorganic compound	مركّب لاعضويّ
input	دَخْل
insecticides	مُبيدات الحشرات
insolubility	لا ذوبانيّة
instantaneous speed	سُرعة لحظية
insulator	عازل
integrated circuit (silicon chip)	دارة متكاملة
integumentary system	جهاز جلديّ
interactive TV	تلفزيون تفاعليّ
intercostal muscles	عضلات وَرْبيّة
interference	تداخُل
internal combustion engine	محرّك احتراق داخلي

genetic modification	تَعْديل وراثيّ
genetic screening	تَحَرٍّ وراثيّ
genetics	عِلم الوراثة
genome	جينوم (مَجين)
genus	جِنْس
geological time (deep time)	الزّمن الجيولوجي
geology	جيولوجيا
geostationary orbit	مَدار مُتَزامِن
geothermal energy	طاقة حراريّة جَوْفيّة
geotropism	إنتحاء أرضيّ
germination	إنتاش
gestation period	فترة الحَمْل
giant star	نجمٌ عملاق
gill slits	فتحات غَلْصَميّة
gills (branchiae)	غَلاصِم (خَياشيم)
gingiva	لِثة
gingivitis	إلتهاب اللثة
ginkgo	جِنْكيات
gizzard	قانِصة
glacier	مَجْلَدة
glands	غُدَد
glans	حَشَفة
gliding (sliding) joints	مَفاصِل انزلاقية
global warming	الاحترار العالمي
globular cluster	حَشْد كُرَويّ
glomerulus	كُبَيْبة
glucagon	غلوكاغون
glucose	غلوكوز
glycerol	غليسرول
glycogen	غليكوجين
GMO	كائن معدّل جينياً
Gnetae	رُجْرُجيّات
Golgi complex	معقّد غولجي
gracilis	العضلة الرشيقة
graphite	غرافيت
gravitational field	حقل الجاذبية
gravity	الجاذبيّة
Great Red Spot	البقعة الحمراء الكبرى
greenhouse effect	مفعول الدفيئة
growth season	فصل النموّ
guard cells	خلايا حارسة
Haemocoel	جَوْف دَمَوي
haemoglobin	هيموغلوبين
hair erector muscles	عضلات ناصبة للشعر
hair plexuses	ضفائر شعرية
half-life	عُمْر نِصفيّ
halid	هاليد
Hhalite (rock salt)	هاليت (ملح صخري)
halogen	هالوجين
halophytes	نباتاتٌ ملحية
haltères	مُوازِنات
haptotropism	انتحاء لمسيّ
hard disk	قرصٌ صلب
hard water	ماء عَسِر
hardware	تجهيزات
harmonics	نغمات توافقيّة
haustoria	مِمَصّات
haversian canal	قناة هافِرس
heartwood	جُلْب (خشب القلب)
heavenly body	جِرمٌ سماويّ
helium	هليوم
hemiparasite	شِبه طُفيليّ
herbaceous perennials	المُعمِّرات العشبية
herbivore	عاشِب (آكل العشب)
heredity	وراثة (توارث)
hermaphrodite	خُنثى
hertz (Hz)	هرتز
heterotrophic	غَيْريّ التغذّي
heterozygous	متغاير الزيجوت
hexapod	سُداسي الأرجل
hibernation	سُبات شتويّ

nerves	أعصاب
nervous system	الجهاز العصبي
network	شَبَكة
neurons	عَصَبونات
neurotransmitter	ناقل عصبي
neutral wire	سلك محايد
neutralization	تحييد
neutron	نيوترون
neutron star	نجم نيوترونيّ
newton (N)	نيوتن
nitrates	نترات
nitrogen	نتروجين (آزوت)
nitrogen cycle	دورة النتروجين
nitrogen-fixing bacteria	جراثيم مثبِّتة للنتروجين
noble gas	غاز خامل (نبيل)
noble metal	معدن نفيس
nocturnal	لَيْلي
node	عُقْدة
nonchromatic colours	ألوان لاطيفية
non-metal	لافلزّ
non-renewable fuels	وقود غير متجدِّد
north (north-seeking) pole	قطب شماليّ
northern hemisphere	نصف الكرة الشمالي
note	علامة موسيقية (نغمة)
nova	مُسْتَعِر
NREM (non-rapid eye movement) sleep	نوم اللاَّرِيم
nuclear fission	انشطار نوويّ
nuclear fusion	اندماج نووي
nuclear membrane	غشاء نووي
nuclear pores	مسامّ النواة
nuclear reactor	مُفاعل نووي
nucleolus	نُوَيَّة
nucleotide	نُوَيدة
nucleus	نواة
nutrients	مغذِّيات
Objective lens	عَدَسة جسمية
observatory	مَرْصد
odorant molecules	جزيئات فوّاحة
osophagus (gullet)	مريء
ohm	أوم
oils	زُيوت
olfactory cells	خلايا شميَّة
olfactory hairs	أشعار شميَّة
omnivore	قارِت
online	على الشبكة
opaque	كامد
open cast mining	تعدين مكشوف (سطحي)
open cluster	حَشْد مبعثر
operating system	نظام التشغيل
operculum	غطاء
optic nerve	عَصَب بصري
optical instrument	جهاز بصري
optical microscope	مجهر بصري
optical telescope	مقراب بصري
optics	البصريّات
orbit	مَدار
orbit	حَجاج
order	رتبة
ore	خام
organ	عُضو
organ of Corti	عضو كورتي
organelle	عُضَيَّة
organic acid	حَمض عُضويّ
organic compound	مركَّب عضوي
organic farming	زراعة عضوية
organism	عُضوية
oscillate	تذبذب (اهتزّ)
Oscillating Universe theory	نظرية الكون المتذبذب
osmosis	تَناضُح
ossification	تعظُّم

meteor (shooting star)	شِهاب
meteorite	رَجْم (حجر نيزكي)
meteoroid	نَيْزَك
meteorology	أرصاد جويَّة
methane	ميثان
methanoic (formic) acid	حمض الميثانويك
microclimate	مُناخ محلّي
micromotor	محرِّك ميكرويّ
microphone	ميكروفون
microprocessor	مُعالج صُغْري
micropropagation	انتشار صُغْري
microwaves	موجات ميكروويف
middle lamella	صُفاحة متوسِّطة
midrib	عَيْر (ضلع متوسط)
migration	هِجْرة
mildew	عَفَنْ
Milky Way	درب التبّانة (الطريق اللبنية)
millibar (mb)	مليبار
mimicry	مُشاكهة (تمويه)
minerals	معادن
mining	تعدين
miscible	مَزُوج
mitochondria	متقدِّرات
mitosis	انقسام تفتُّلي (خيطيّ)
mixture	مزيج (خليط)
modem (modulator / demodulator)	مُودِم
modulation	تضمين
molars	أرْحاء (اضراس)
mole	مُول
molecular lattice	شبكة جُزيئية
molecule	جُزَيء
molluscs	رَخْويّات
moment	عَزْم
momentum	كمية الحركة
monera	فُراديّات
monoclinic sulphur	كبريت أحاديّ الميل
monocotyledon	وحيد الفلقة
monocyte	وَحيدة
monoecious	مزدوج الجنس (أحادي المسكن)
monomers	مونومرات (مواحيد)
moon	قمر
motherboard	اللوحة الأمّ
motor neurons	عَصَبونات حركية
motor-skill memory	ذاكرة المهارة الحركية
mould	عَفَنْ
MRI (magnetic resonance imaging) scanner	مِفراس التصوير بالرنين المغنطيسي
mucus	مُخاط
multicellular	مُتعدِّد الخلايا
muscle fibres (myofibres)	ألياف عضلية
mutualists	متبادلة المنفعة (متنافعة)
mycelium	مشيجة (أفطورة)
mycorrhizae	فُطر جذري
myofibrils	لُيَيْفات عضلية
myofilaments	خيوط عضلية
myriapod	كثير الأرجل
nanotechnology	تكنولوجيا نانويّة
Nanotube	أنبوب نانويّ
nasal cavity	تجويف أنفيّ
neap tides	مدّ وجزر مُحاقيّان (تربيعيّان)
nebula	سَديم
nectar	رَحيق (مِغْثِر الزَّهر)
nectary	غدّة المغثر
negative film	فيلم سلبي
nematocyst	كيس خيطيّ
nematodes	خيطيّات
neon	نيون
nephridiopores	مَسام كلوية
nephrons	كليونات
nerve fibres	إلياف عصبية
nerve impulses	نَبَضات عصبية

litmus	عُبّاد الشمس
live wire	سلك مُكهرب
liver	كَبِد
liverworts	كَبِديّات
load	حِمل (حُمولة)
local group	المجموعة المحلية
local-area network (LAN)	شبكة محلية
locomotion	تنقُّل (انتقال)
log on	تسجيل الدخول
logic gate	بوّابة منطقية
longitudinal wave	موجة طولية
long-term memory	ذاكرة طويلة الأمد
loudspeaker	مِجْهار
low-surface brightness galaxy	مجرّة قليلة السطوع
lubricant	مزلِّق
luminous	ضِيائي (متالق)
lunar eclipse	خُسوف القمر
lungs	رئتان
lymph	لَمْف
lymph nodes	عُقد لمفية
lymphatic system	الجهاز اللمفي
lymphocyte	لمفاويّة
lysosomes	جُسَيمات حالة (يَحْلولات)
Macula	بُقعة
magma	صُهارة
magma chamber	حُجْرة صهارية
magnet	مغنطيس
magnetic	مغنطيسي
magnetic field	حقل مغنطيسي
magnetic flux lines	خطوط الدفق المغنطيسي
magnetism	مغنطيسيّة
magnitude	قَدْر
malleable	طَرُوق
malleus	مِطرقة
Malpighian tubules	نُبَيْبات ملبيغي
mammals	الثدييّات
mammary glands	غُدد ثديية
mandible	فَقْم
mantle	الوِشاح
marsupials	جِرابيّات
mass	كتلة
mass extinctions	انقراضات جَماعية
mass number	عدد كُتليّ
mass spectrometer	مِطياف كتلي
mating	تزاوُج
maxillae	فكوك
meander	مُنعطَف
mechanical wave	موجة ميكانيكية
median fins	زعانف متوسّطة
medical imaging	تصوير طِبيّ
meiosis	انقسام منصِّف (انتصاف)
Meissner's corpuscles	جُسَيْمات مِيسنر
melanin	ملانين
melanocytes	خلايا ملانيّة
melting point	نقطة الانصهار
menopause	إياس
menstruation (period)	حَيْض (طمث)
meristem	نسيج قَسوم
mesophyll	نسيج أوسط
mesosphere	الغلاف الأوسط
metabolic rate	معدَّل الاستقلاب
metacarpals	أشناع
metallic bonding	ارتباط فِلزّي
metalloid	شبه فلزّ (فلزاني)
metallurgy	علم الفلزّات
metals	فلزّات
metameres	قُسامات
metamorphic rock	صخر تحوّلي
metamorphosis	تحوّل شكلي
metatarsals	إمشاط القدم

primary colours	ألوان أوّلية (أساسية)
primary phloem	لحاء ابتدائي
primary sexual features	صفات جنسيّة أساسية
primary tissue	نسيج أوّلي
primary xylem	خشب ابتدائي
printed circuit board (PCB)	لوحة الدارة المطبوعة
prism	منشور
proboscis	خُرطوم
producers	عُضويات منتِجة (ذاتية التغذيّ)
product	مُنتَج (ناتج)
program	برنامَج
prominence	شُواظ
prop root	جذر دِعاميّ
propane	بروبان
propane -1-,2,-3 triol (glycerol)	غليسرول
prostate gland	غدة البروستاتة
protective adaptations	تكيُّفات وقائية
proteins	بروتينات
prothalli	طلائع المَشرَة
protista	أوّليّات
protocal	بروتوكول
protocol name	اسم البروتوكول
proton	بروتون
protonephridia	كلى أوّلية
protoplasm	بروتوبلازم (جِبْلة)
pseudopodia	أرجل كاذبة
puberty (adolescence)	بلوغ (أو مراهقة)
pulley	بَكَرة
pulmonary arteries	شرايين رئوية
pulmonary veins	أوردة رئوية
pulp cavity	تجويف لُبيّ
pulsar	بُلسار
pulsating variable	متغيِّر نابضي
pupa	خادرة (عذراء)
pupil	حَدَقة (بؤبؤ)
PVC (polyvinyl chloride)	كلوريد متعدِّد الفينيل

Quadriceps

Quadriceps	رباعيّة الرؤوس
quadruped	رباعيُّ الأرجل
quantum theory	النظرية الكموميّة (فيزياء الكمّ)
quarks	كواركات
quartz	كوارتز
quills	أشواك

Radar

Radar (radio detection and ranging)	رادار
radial muscles	عضلات شعاعية
radial symmetry	تناظر شعاعيّ
radiation	إشعاع
radiative zone	نطاق إشعاعي
radicle	جُذَير
radio telescope	تلسكوب راديوي
radio waves	موجات راديوية (لاسلكية)
radioactive decay	اضمحلال إشعاعي
radioactive tracing	اقتفاء مشعّ
radioactivity	فاعلية إشعاعية
radioisotope	نظير مشعّ
radiotherapy	مداواة بالأشعة
radius	الكُعْبُرة
radon (Rn)	رادون
radula	مِفتات
RAM (random access memory)	ذاكرة رام
rays	أشعّة
reactants	مُتفاعِلات
reactivity	تفاعُليّة
reactivity series	سلسلة التفاعلية
receptacle	كُرسيّ الزهرة
receptors	مُستقبِلات
recessive gene	جين مُتنحّ (طافر)
recording head	رأس التسجيل
rectum	المستقيم
rectus abdominis	العضلة البطنية المستقيمة
recycling	إعادة المعالجة

pharming	صيدلة جينية
phases	أطوار
phellogen	مولد الفلين (قَلْب الفلّين)
pheromone	فيرمون
phloem	لِحاء
phosphate groups	مجموعات فسفاتية
phosphates	مركّبات فسفاتية
phosphor	فسفور متألق
phosphorescence	فَسْفَرة
phosphoric acid	حمض الفسفوريك
photochemical reaction	تفاعل كيميائي ضوئي
photoelectric cell	خلية كهرضوئية
photoperiodism	استجابة ضوئية (دورية ضوئية)
photoreceptors	مُستقبِلات ضوئية
photosphere	الغلاف الضوئي
photosynthesis	التركيب الضوئي
phototropism	انتحاء ضوئي (توجّه ضوئي)
phylum	شعبة
physiology	فيزيولوجيا (علم وظائف الأعضاء)
phytoplankton	عوالق نباتية
piezoelectric effect	ظاهرة كهرإجهادية
pigment	صباغ (خِضاب)
pinna	صِيوان (الأذن)
pinnae	وريقات ريشيّة
pinnate leaf	ورقة ريشية
pioneer community	مجتمع رائد
pistillate flower	زهرة مِدقية
piston	مِكْبَس (كبّاس)
pit organ	عضو مجوّف
pitch	خَطَران
pitch	طبقة الصوت
pivot joint	مِفصل صائري
pixel	بكسل
placenta	مَشيمة
placoid scales (denticles)	سُنَيْنات
plantigrade	أخمصي المشية
plaque	لُوَيْحة
plasma	بلازما
plasmolysis	انحلال السيتوبلازما
plastic	لَدِن
plate boundaries	حدود الألواح
plate tectonics	تكتونيّة الألواح
platelets	صُفَيحات
plates	ألواح
playback head	رأس الاستماع
plumule	سُبَدّ
pneumatic	هوائي ؛ غازي
polar region	منطقة قطبية
polarized light	ضوء مستقطَب
pole	قُطب
pollen	طَلْع
pollination	تأبير (تلقيح)
polymer	بوليمر ؛ متماثر
polymerization	بَلمَرة (تماثُر)
polythene (polyethene)	بوليتن (متعدد الإتيلين)
pome	ثمرة تُفاحيّة
poor metals	فلزّات طريّة
population	جماعة
pores	مَسامّ
positive film	فيلم إيجابي
potential difference	فرق الجهد (فلطية)
potential energy	طاقة كامنة
power	قدرة
power station	محطة طاقة
precipitate	رُسابة
precipitation	ترسيب
prehensile	إمساكيّ
premolars (bicuspids)	أرحاء أمامية
pressure	ضغط
pressurized water reactor	مُفاعل الماء المضغوط
primary (first order) consumer	مُستهلِك أساسي
primary cell	خليّة أولية

osteocytes	خلايا عظمية
osteopathy	تجبير العظام
otoliths	حُصَيّات الأذن (غبار التوازن)
outer planets	اللُب الخارجي
outgassing	نزع الغازات
output	خَرْج
oval window	النافذة البيضوية
ovary	مَبيض
over fishing	صيد مفرط للسمك
oviparous	بَيُوض
ovulation	إباضة
ovules	بُيَيْضات (بُذَيرات)
ovum	بَيْضة
oxidation	أكسدة
oxide	أكسيد
oxidizing agent	عميل مؤكسِد
oxygen	أكسجين
oxyhaemoglobin	أكسي هيموغلوبين
ozone	أوزون

Pacinian corpuscles

Pacinian corpuscles	جسيمات باتشيني
paired fins	زعانف مزدوجة
palisade cells	خلايا عمادية
palmate leaf	ورقة راحيّة
palps	محسّات (لامسات)
pancreas	بنكرياس
Pangaea	بانجيا
papillae	حُلَيْمات
parallel circuit	دارة على التوازي
parapodia	أرجل جانبية
parasite	طُفيليّ
parenchyma	متن (نسيج حشوي)
parthenogenesis	تشكّل بِكري (عُذري)
particle accelerator	مسرّع جُسَيمات
pascal (Pa)	باسكال
passive immunity	مناعة لا فاعلة
pasteurization	بَسْتَرة
patella	رَضَفة
pathogen	عامل مُمرض
peader stroke	صاعق بادئة
peak	ذُروة
pectoral fins	زعانف صدرية
pectoralis muscles	عضلات الصدر
peer-to-peer network	شبكة الندّ للندّ
pellet	كُرَيّة
pelvic fins	زعانف حوضيّة
pelvis	حَوْض (حزام الحوض)
penicillin	بنسلين
penis	قضيب
penumbra	شبه الظلّ
perennials	نباتات معمِّرة (دائمة)
perfect sound reproduction	تسجيل صوتي كامل
perfoliate leaves	أوراق مثقوبة
perimysium	ظِهارة عضلية
period	دَوْر
periodic table	الجدول الدوري
periodontal ligament	رباط حول السنّ
periosteum	سِمْحاق
peripheral nervous system	الجهاز العصبي المحيطي
peripherals	أجهزة محيطية
peristalsis	تمعُّج
peritoneum	صِفاق
perivisceral cavity	التجويف حول الحشوي
permanent magnet	مغنطيس دائم
permanent teeth	أسنان دائمة
permeable	نَفوذ
persistent vision	رؤية متواصلة
petiole	سُوَيْق (زِنْد)
pH	أسّ هيدروجيني
phagocytosis	بَلْعَمة
phalanges	سُلاميّات

sori	ضَامّات
sound box	صندوق مصوّت
sound synthesizer	مركِّب الصوت
sound wave (acoustic wave)	موجة صوتية
south or south-seeking pole	قطب جنوبيّ
southern hemisphere	نصف الكرة الجنوبي
space probe	مِسبار فضائي
space shuttle	مكُّوك الفضاء
space station	محطّة فضائية
space-filling model	نموذج الحيِّز الممتلئ
spawn	سَرْء
special theory of relativity	نظرية النسبية الخاصة
specialization	تخصُّص
species	نوع
specific epithet	لقب نوعيّ
specific heat capacity	السعة الحرارية النوعية
spectral type	نمط طيفيّ
speed	سرعة
speed of light	سرعة الضوء
speed of sound	سرعة الصوت
sperm	نِطاف (مَنيّ)
sperm ducts	القناتان المنويّتان
spinal cord	الحبل الشوكي
spiracles	فُتحات تنفسية
spiral galaxy	مجرّة حلزونية (لولبية)
spongy bone	عظم اسفنجي
spongy cells	خلايا اسفنجية
spores	ابواغ
sporophyte	نبات بوغيّ
sporulation	تبوّغ
spreading ridge	حيد الانتشار
spring (early) wood	خشب الربيع
spring balance	ميزان نابضيّ
spring tides	مدّ ربيعي
stainless steel	فولاذ لا يصدأ
stamens	أسدية
staminate flower	زهرة سَدوِيَّة
stance	وِضعة (قِفة)
stapes	عَظم الرِكاب
star	نَجْم
starch	نَشاء
states of matter	حالات المادّة
static electricity	كهرباء ساكنة
statocyst	كيس التوازن
steam engine	محرّك بخاري
steam point	نقطة التبخّر
stem	ساق
stereoscopic vision	رؤية مِجساميّة
sternum	القصّ
stigma	مَيْسَم
stimulus	منبِّه
stipules	زُنَيْمات (أذَنات)
stomata	ثُغَيرات
strata	طبقات
stratosphere	الغلاف الطبقي
stratus	رَهَج
streamlining	انسيابيّة
stretch receptors	مستقبلات التمدّد
striated (striped) muscle tissue	نسيج عضلي مخطّط
stridulation	صرير
strong acid	حَمض قويّ
style	قَلَم
subatomic particles	جُسَيْمات دون ذرية
subcutaneous layer	طبقة تحت جلدية
sublimation	تسام (تصعيد)
submergent plants	نباتات مغمورة
subsonic speed	سرعة دون صوتية
sub-species	نُوَيْع (تحت النوع)
substitution reaction	تفاعل استبداليّ
subtractive mixing	مَزْج مُسقِط للألوان
succulent fruit	ثمرة عُصارية
scuta	دُروع
search engine	محرّك بحث
sebaceous glands	غُدَد زُهْمِيَّة
secondary bronchi	قَصَبات ثانوية
secondary cell (accumulator)	خلية ثانوية (مِرْكم)
secondary colour	لون ثانويّ
secondary sexual features	صِفات جنسية ثانوية
secondary thickening	تغلّظ ثانوي
sedimentary rock	صخر رُسوبيّ
seismic waves	موجات زلزالية
seismologist	اختصاصي الزلازل
selective breeding	استيلاد انتقائي
self-pollination	تابير ذاتيّ
semen	مَنيّ
semicircular canals	قنوات هلالية
semicircular ducts	اقنية هلالية
semiconductor	شبه ناقل
semi-metal	شبه فلزّ
seminal vesicles	الحويصلان المنويّان
semipermeable	نصف نَفوذ
senescence	شَيخوخة
sensation	إحساس
senses	حواسّ
sensory neurons	عَصَبونات حِسِّيَّة
sepals	كَأسيَّات
septum	حاجز
series circit	دارة توالٍ
serrate	مسنَّن (منشاري)
setae	هُلْب
sewage	مياه الصرف الصحّي
sewage works	محطة الصرف الصحيّ
sex chromosomes	صبغيّات جنسية
sex-linked genes	جينات مرتبطة بالجنس
sexual intercourse (sex)	جِماع
sexual reproduction	تكاثر جنسي
shell	طبقة
shoot	رِئْد (فَرْخ)
short-term memory	ذاكرة قصيرة الأمد
shutter	مِصْراع
SI units	وحدات دولية
sieve plates	صفائح منخليّة
sieve tube	أنبوب منخليّ
sign stimulus	علامة منبّهة
silica	سليكا
silicates	سليكات
silicon chip (chip)	جذاذة سليكونية
simple leaf	ورقة بسيطة
single bond	رابطة مفردة
siphon	مَثْعَب
skeletal muscles	عضلات هيكلية
skeleton	هيكل عظمي
slag	خَبَث (جفاء)
Slowing Down theory	نظرية التباطؤ
slow-twitch fibres	الياف بطيئة النَفْض
small intestine	المعى الدقيق
smelting	صَهْر كيميائي
smog	ضباب دخانيّ
smooth muscle tissue	نسيج عضلي أملس
sodium chloride	كلوريد الصوديوم
software	برمجيّات
soil erosion	تحاتّ التربة
solar collector	مجمّع شمسي
solar flare	لهب شمسي
solar radiation	إشعاع شمسي
solar system	المنظومة الشمسية
solar wind	رياح شمسية
solenoid or coil	مِلَف (وشيعة)
soleus	العضلة الأخمصية
solute	ذوّاب
solution	محلول
solvent	مُذيب
sonar	سونار
red blood cells	خلايا الدم الحمراء
red phosphorus	فسفور أحمر
red planet	الكوكب الأحمر
redox reaction	تفاعل الإرجاع – الأكسدة
reducing agent	عميل إرجاع
reduction	إرجاع
reflection	انعكاس
reflector telescope	تلسكوب انعكاسي
reflex action	فعل انعكاسي
reflex arc	قوس انعكاسية
refraction	انكسار
refractor telescope	تلسكوب انكساري
regeneration	تجدّد
regular reflection	انعكاس منتظِم (مرآوي)
relative atomic massrelative velocity	كتلة ذرّية نسبية
REM (rapid eye movement) sleep	نوم الريم
renal arteries	شرايين كُلوية
renal pelvis	حُوَيْضة الكُلْوة
renewable energy resources	موارد الطاقة المتجدّدة
reproduction	تكاثر
reproductive system	جهاز تناسليّ
repulsion	تنافر
residue	ثُمالة
resistance	مقاوَمة
resolution	استبانة
resonate	طَنَّ (رَنَّ)
respiration	تنفس
respiratory organs	اعضاء التنفّس
resultant force	قُوَّة مُحَصِّلة
retina	شبكيّة
return stroke	صاعقة راجعة
reversible reaction	تفاعل عكوس
rhizoids	جَذرانيّات
rhizomes	جَذامير
rhombic sulphur	كبريت معيَّني
ribosomes	ريباسات (أجسام ريبية)
ridge	حَيْد
rift valley	افجيج محيطي (وادٍ خسفي)
ringed planet	الكوكب الحلقيّ
rock salt (halite)	ملح صخري (هاليت)
rods	عُصَيَّات
root	جذر
root canal	قناة الجذر
root cap	قَلَنسُوة الجَذر
root hair	شُعَيْرة جذرية
root pressure	ضغط جذريّ
rosette (whorl)	وريديّة (دُوَّارة)
rudder	دَفّة
rugale	غُضُون
ruminant	مُجْتَرّ
runners (stolons)	ارآد
rust	صَدَأ
Saccule	كُيَيْس
sacrificial metal	فلزّ افتدائي
saline	مِلحيّ
saliva	لُعاب
salt	مِلح
samara (key fruit)	جناحيّة
sampling	اعتيان
saprotroph (saprophyte)	نبات رُميّ
sapwood	خشب النَسْغ
sartorius	العضلة الخيّاطيّة
satellite	ساتل (قمر اصطناعي؛ تابع)
saturated compound	مركّب مُشبَع
saturated solution	محلول مُشبَع
scalar quantity	مقدار سُلّمي (عددي)
scapula	كَتِف
sclera	الصُلْبَة
sclerites	صفائح صُلبة
scrotum	الصَفَن

sucrose	سكّروز
sugars	سكاكر
sulphates	سُلفات (كبريتات)
sulphides	سلفيدات (كبريتيدات)
sulphur dioxide	ثاني أكسيد الكبريت
sulphuric acid	حَمض الكبريتيك
summer (late) wood	خشب الصيف
sunless zone	نطاق مُعتِم
sunlit zone	نطاق مُضيء
sunspot	كَلَف شمسي
superalloy	سبيكة فائقة
supergiant star	نجمٌ فوق العملاق
superior vena cava	الوريد الأجوف العُلوي
supernova	مُستعِر فائق
supersonic speed	سُرعة فوق صوتية
supervolcano	بُركان فائق
surface tension	توتّر سطحي
suspension	مُعَلّق
suspension	منظومة تعليق
swim bladder	مثانة هوائية
symbiotic relationship	علاقة تكافليّة
synapse	مَشْبَك عصبيّ
synovial fluid	سائل زليليّ
synovial joints	مفاصل زليلية
synthesis (combination) reaction	تفاعل تركيبيّ
synthetic	صُنعي (تركيبي)
syrinx	مِصْفار
system	جهاز
Tactile receptors	مُستقبِلات لمسيّة
agmata	شُدف غير مقسّمة
tap root (primary root)	جَذر وتديّ (جذر ابتدائي)
tapetum	بساط
tarsals	رُسْغ القدم
taste buds	براعم ذَوْقيّة
taxonomic ranks (taxa)	رُتَب تصنيفيّة
telecommunications (telecoms)	اتصالات بُعدية
temperate region	إقليم معتدل
temporary magnet	مغنطيس مؤقّت
tendons	أوتار
tendril	حَالِق
tentacles	مِجسّات
terminal	مَرْبِط
terminal bud	بُرعُم طرفيّ (برعم فتّي)
terminal velocity	سرعة حدِّية (سرعة انتهائية)
ternate leaf	ورقة ثلاثية
terrestrial animals	حيوانات برّية
tertiary bronchi	قصبات ثالثية
testa	غِدْقَة
testes	الخِصيتان
thalamus	المِهاد
theory of evolution	نظرية التطوّر
theory of natural selection	نظرية الانتقاء الطبيعي
thermal capacity	سَعة حرارية
thermistor	ثِرْمستور (مُقاوِم حراري)
thermodynamics	الديناميكا الحرارية (ترموديناميكا)
thermoplastics	لدائن حرارية
thermoregulation	تنظيم الحرارة
thermosetting plastics	لدائن حرارية التصلّد
thermosphere	الغلاف الحراريّ
thermostat	منظِّم حراري
thorax	صدر
thrust	دَفع
thunder	رَعْد
tibia	الظُنْبوب
tibialis anterior	الظنبوبية الأمامية
timbre	جَرْس (طابع)
tissue	نسيج
top-level domain	مَيدان المستوى الأعلى
total solar eclipse	كُسوف شمسي كليّ
trabeculae	ترابيق
trachea (windpipe)	رُغامى؛ قصبة هوائية
tracheae	قصبات هوائية
tracheids	خلايا وعائية
tracheoles	انابيب هوائية
traits	سِمات
transgenic	معدَّل وراثياً
transistor	ترانزستور
transition metals	فِلزّات انتقالية
translocation	انتقال الغذاء
translucent	شفّافي (شبه شفّاف)
transmission	منظومة نقل الحركة
transparent	شفّاف
transpiration	نَتْح
transpiration stream	مَجرى النَتْح
transverse waves	موجات عرضانية
trapezius	العضلة شبه المنحرفة
trench	أخدود بحري
tributary	رافد
trifoliate leaf	ورقة ثلاثية الوُرَيقات
triple bond	رابطة ثلاثية
trophic level	مستوى التغذّي
tropical cyclone (hurricane, typhoon)	إعصار مداري
tropical region	إقليم مداريّ
tropism	انتحاء (توجّه)
troposphere	الغلاف السفليّ
trough	بطن الموجة
true fruit	ثمرة حقيقية
tuber	دَرَنة
tundra	تندرا
turbine	توربين (عَنَفَة)
turbofan engine	محرِّك توربيني مروحي
turbojet engine	محرّك توربيني نفّاث
turboprop engine	محرّك توربيني دَسْري
turboshaft engine	محرّك توربيني ذو عمود إدارة
turgor	انتفاخ ؛ اكتناز
twilight zone	نطاق الشفق
tympanal organ	عضو طَبْلي
tympanum	جوف طبلي (طبلة)
Ulna	زَنْد
ultrasound	صوت فائق
ultrasound scanning	تفرُّس فوق صوتي
ultraviolet radiation (ultraviolet rays)	إشعاع فوق بنفسجي
umbilical cord	الحَبْل السُرّي
umbra	ظِلّ
unguligrade	حافريُّ المَشْية
unicellular	وحيد الخلية
universal indicator	مُشعِر شامل
universe (cosmos)	الكون
unsaturated compound	مركّب غير مشبع
upthrust	دَفع علوي
urban migration	هجرة مدينية (نحو المدن)
urea	يوريا (بَوْلة)
ureter	حالِب
urethra	إحليل
uric acid	حمض اليوريك
urinary system	الجهاز البوليّ
urine	بَوْل
URL (uniform resource locator)	ايرل (محدّد الموارد المنتظم)
uterus (womb)	رَحِم
utricle	قُرَيبة
Vaccine	لَقاح
vacuole	فَجْوة
vacuum	خلاء (خواء)
vagina	مَهْبِل
valency (combining power)	تكافُؤ
vane	بَنْد
variable resistor (rheostat)	مقاوِم متغيّر (ريوستات)
variable star	نجمٌ متغيّر
variegated leaf	ورقة مُبَرْقَشة
vascular	وعائيّ
vascular bundle	حُزمة وعائية
vascular cylinder	أسطوانة وعائية
vastus lateralis	العضلة الوحشية المتّسعة
vector quantity	كميّة متّجهة
vegetative reproduction (propagation)	تكاثر نباتيّ
veins	أوردة
velocity	سُرعة
vent	قَصَبة (فوّهة)
ventilation	تهوية (تنفس)
ventral fin	زَعنفة بطنية
ventricles	بُطَيْنات
Veroboard	لوح فيرو
vertebrae	فَقار (فقرات)
vertebral column (spine)	العمود الفقري (السِّيساء)
vertebrate	فقاريّ
vessels	أوعية نُسُغيّة
vestibular system	الجِهاز الدهليزي
vibrissae	خَطّارات (شعر الأنف)
viewfinder	مُعَيِّن المنظر
villi	زُغابات
virtual image	صورة وهميّة
viruses	فيروسات
visceral muscles	عضلات حَشَوية
visible light spectrum	طيف الضوء المرئي
vitreous humor	خِلْط زجاجي
viviparous	وَلُود
vocal cords	حبال صوتيّة
volcanic bomb	قنبلة بركانية
volcano	بُركان
Volkmann's canals	قنوات فولكمان
volt (V)	فلط
volume	حجم
voluntary actions	أفعال إراديّة
voluntary muscles	عضلات إراديّة
VTOL	إقلاع وهبوط عموديّان
vulcanization	فَلْكَنَة
Wafer	رُقاقة
warm-blooded	ثابت الحرارة (ذو دم حارّ)
washing soda	صودا الغسيل (ملح الصودا)
water cycle	دورة مائية
water of crystallization	ماء التبلُّر
water works	محطة تكرير المياه
watt (W)	واط
wavelength	طول الموجة
waxes	شُموع
weak acid	حَمض ضعيف
weight	وزن (ثقل)
white blood cells	خلايا الدم البيضاء
white phosphorus	فُسفور أبيض
wide-area network (WAN)	شبكة إقليمية
wisdom teeth	أضراس العقل
woody perennials	المعمِّرات الخشبية
work	شغل
World Wide Web (www)	شبكة الوب العالمية
Xanthophylls	يَصْفُورات
xenon (Xe)	زينون
xerophytes	نباتات صحراويّة
X-rays	أشعة سينية
xylem	نسيج الخشب (كَيْسَم)
Yawing	مَيَلان
yeast	خَميرة
yolk sac	كيس مُحّيّ
Zone of elongation	نطاق الاستطالة
zoology	علم الحيوان
zooplankton	عوالق حيوانية
zygote	زَيْجوت

الفهرس

(أ)

أباتيت 55، 90، 407
إباضة 376، 379، 429
ابتصام جيني 383، 424
أبخرة العادم 79، 147
إبر (الصنوبريات) 290
إبط 252، 419
ابن الهيثم 412
الأبهر 350، 418
الأتربة النادرة 29
الأتربة النادرة المشعّة 29
اتصالات 318–319
اتصالات بعدية 244–245، 434
اتكال متبادل 333
أثر الورقة 261، 426
الإثنا عشري 355، 422
أجفان 371
أجنحة غمدية 307، 423
أجهزة كهربائية 209
أجهزة محيطية 240، 429
أح 327، 418
أحاديات الخلية 294، 341، 427
أحادي الخلية 434، 300
أحادي الفلقة 255، 277، 295، 428، 428
أحادي المسكن 271،428،
أحافير 179، 186، 187، 338
احترار عالمي 63، 65، 185، 293، 424
احتراق 62، 78، 80، 146، 148، 421
احتكاك 51، 118، 124–125، 424
أحجار كريمة 199
إحساس 320، 432
إحليل 362، 376، 435
اختبار اللهب 31
أخدود بحري 181، 434
أخدود محيطي 189
إخصاب حيواني 325، 326، 377، 423
إخصاب خارجي 423، 326
إخصاب داخلي 426، 326
إخصاب نباتي 272، 423
أخطبوط 304، 322
أخمصي المشية 309، 430
الأخوان رايت 145، 415
أداة قرن الشحنة 225، 243، 420
أداة نقر 208
أدلّة الرحيق 272
أدمة 368، 422
أدمة خارجية 255، 423
أدمة داخلية 255
أدمي 422
أديسون، توماس 413
أدينوزين ثلاثي الفسفات 360، 419
أدينوزين ثنائي الفسفات 360، 418
أذن 320، 372–373
أذن خارجية 372
أذن داخلية 372
أذن وسطى 372
أذنات 259، 433
أذين 350، 419
آراد 278، 432
أراض معشوشبة مدارية 290، 331
أراض معشوشبة معتدلة 290، 331
اربيوم 29
ارتباط تشعبي 246، 425
ارتفاع 130، 195، 418
إرجاع 36، 42، 80، 81، 431
أرجل جانبية 304، 429
أرجل كاذبة 304، 430
أرحاء أمامية 312، 352، 430
أرخميدس 412
أرسطو 13، 412
أرصاد جوية 427
أرض 26، 46، 65، 128، 130، 131، 154،
157، 163، 164، 166–167، 178–199،
233، 411
أرغون 14، 25، 29، 63، 68، 184، 419
ارمسترونغ، نيل 176، 411
أرومة لاسعة 310، 420
أريل (قمر) 170
إزاحة 138، 139
أزاز كهربائي 234
إزالة التأين 75، 422
أزميوم 29
أزهار سدوية 271، 433
أزهار مدقية 271، 430
أس هيدروجيني 86، 429
أستاتين 25، 29، 48، 49
استبانة (الصورة) 225، 431
استتباب 316، 317، 362، 425
إسترات 95، 423
استرفاع مغنطيسي 234
استشراب لوني 60، 420
استقبال الكتروني 323، 423
استقرار الأجسام 131
استقرار الذرات 42، 68، 114–115
استقطاب 219، 430
استقلاب 360، 427
استكشاف الفضاء 174–177، 411
استنساخ 385، 420
استيلاد انتقائي 291، 384، 432
استيلاد نقي 384
أسطوانة 146، 148، 150
أسطوانة وعائية 256، 435
إسفين 136
أسك 346، 426
أسلوب عيش النبات 288–289
اسم البروتوكول 247، 430
اسم بيولوجي 343، 419
اسم جنيسي 343، 424
اسم الميدان (في الايرل) 247، 422
أسناخ 315، 358، 418
أسناع 346، 427
أسنان 33، 55، 312، 352–353
أسنان الحليب 353، 427
أسهم نارية 30، 80
أشباه الفلزات 25، 29، 427
أشجار 256–257، 288
أشجار دائمة الإخضرار 289، 423
أشجار معبلة 289، 290، 421
أشعار شميّة 368–369
إشعاع 33، 38، 113، 114، 117، 178، 431
إشعاع ألفا 114، 115، 418
إشعاع بيتا 114، 115، 419
إشعاع تحت الأحمر 113، 185، 213، 425
إشعاع شمسي 192، 432
إشعاع غاما 114، 424
أشعة سينية 33، 38، 212، 388، 435
أشعة فوق بنفسجية 65، 178، 184، 185،
213، 215، 434
أشعة كاثودية (مهبطية) 227، 240، 420
أشكال الأزهار 273
أشنة 282، 287، 295
إصبع 346، 422
إصبعيّ المشية 309، 422
أصناف 341
أضداد 418، 387
اضمحلال إشعاعي 115، 431
أضواء جنوبية 162
أضواء شمالية 162
إطار (الصورة) 225
أظافر 369
إعادة المعالجة 44–45، 101، 199، 431
اعتيان 211، 432
إعصار 189، 425
إعصار مداري 189، 434
الأعور 313، 419
اغتذاء بالترشيح 310، 424
أغذية مساعدة 356، 418
إفراغ 362، 423
أفعال لا إرادية 365، 426
أفوغادرو، أميديو 412
أقاليم استوائية 194، 423
اقتفاء مشعّ 115، 431
أقحوان 269
إقلاع وهبوط عموديان 145، 435
إقليم مناخي 194، 420
أقمار 163، 165، 168–171، 428
أقمار اصطناعية للتتبع والترحيل
أقمار شيفرد 169
أقمار غاليليو 168، 424
أقنية شبه دائرية 373، 432
اكتناز 263، 434
أكتين 349
أكتينات 29، 418
أكتينيوم 28
أكريلي 101
أكسجين 15، 25، 26، 27، 29، 30، 36، 37،
40، 41، 43، 46، 47، 52، 62، 65، 69، 72،
73، 75، 78، 80، 81، 83، 94، 149، 166،
178، 184، 264، 350، 358، 360، 371، 429
أكسدة 80، 81، 94، 429
أكسيد 27، 40، 66، 80، 83، 85، 89، 429
أكسيد الألمنيوم 83
أكسيد التيتانيوم 87
أكسيد الحديد 27، 40، 81
أكسيد الكلسيوم 78
أكسيد المغنيزيوم 78، 85
أكسيد النتروجين 147
أكسيد النحاس 81، 89
أكسيد الهيدروجين 66، 72، 425
إكليل (الشمس) 162، 421
آلات 109، 124، 125، 133، 134، 140
آلات موسيقية 208–209
آلات نفخية 208
آلات هوائية 133، 430
آلات وترية 208
آلة بصرية 222–225، 428
إلتهاب اللثة 353، 424
آلة هيدرولية 133، 425
الدرين، أدوين 411، 176
الكانات 92، 96، 97، 99، 418
إلكترود 8251، 82، 367، 423
إلكترون 10، 11–14، 28، 43، 68، 70، 71،
75، 80، 81، 92، 113، 114، 228، 423
إلكترونيات 38، 39، 236–239، 423
إلكترونيات رقمية 238–239، 422
ألكينات 92، 96، 97، 100، 418
ألمنيوم 24، 26، 27، 29، 30، 33، 35، 38، 39،
40، 42، 44، 45، 83، 91، 198
ألواح (الأرض) 166، 181، 183، 430
ألوان ثانوية 216، 217، 432
ألوان طيفية 216، 420
ألوان لالونية 217، 418
ألوان متتامة 216، 421
ألياف (نباتية) 254
ألياف اصطناعية87، 97، 100، 101، 103، 434،
ألياف بطيئة النفض 349، 432
ألياف سريعة النفض 349، 423
أليل 381، 418
أم التلافيف 313
إماهة 425، 91، 89
أمبرييل (قمر) 170
أمبير 230، 418
أمبير، أندريه ماري 412
أمريسيوم 28
إمساكي 308، 430
أمشاط القدم 346، 427
أمونيا 15، 47، 64، 178، 184، 292، 334، 418
أميبات 294، 300، 304، 324
أمين 101
أناكساغوروس 412
إنبات تحت سطحي 277
إنبات فوق سطحي 277
أنبوبا فالوب 376، 423
أنبوبة (نبات) 252، 426
أنبوب الطلع 272، 430
أنبوب غربالي 254، 432
أنبوب نانوي 51، 428
أنبولات لورنزي 323، 418
إنتاش 277، 424
إنتثار (البذور) 276، 422
انتحاء 268، 434
انتحاء أرضي 268، 424
انتحاء سلبي 268
انتحاء ضوئي 268، 430
انتحاء لمسي 269، 425
انتحاء مائي 268، 425
انتحاء موجب 268
أنتراسيت 52؛ 53، 418
إنترنت 6–7، 246–247، 426
انتشار 22، 422
انتقاء اصطناعي 384
انتقاء طبيعي 286، 339، 428
انتقال 148، 151، 434
انتقال الغذاء (نبات) 262، 434
أنتيمون 25، 29، 33، 43
انجراف قاريّ 421
انحلال سيتوبلازمي 263، 430
اندماج نووي 116، 162، 428
أنديوم 29، 33
انزيمات 79، 94، 267، 285، 355، 360، 423
انزيمات التحديد 383
انزيمات هضمية 79، 355
الانسحاق العظيم (نظرية) 155، 419
انسلاخ 302، 422
انسلادوس (قمر) 169
أنسولين 363، 426
انسياب 125، 142، 433
انشطار ثنائي 324، 419
انشطار غير كامل 324، 425
انشطار متعدد 324، 428
انشطار نووي 116، 428
انصهار 16، 18
انعراج 143، 205، 216، 219، 422، 435
انعطاف (النهر) 190، 427
انعكاس 204، 207، 216، 217، 218، 431
انعكاس منتثر 218، 422
انعكاس منتظم 218، 431
أنف 374
الانفجار العظيم (نظرية) 154، 178، 411، 419
إنفحة 313
انقراض 187، 336، 339، 423
انقراض جماعي 186، 339، 427
انقسام تفتّلي 251، 378، 427
انقسام خلوي (في الحيوان) 299
انقسام خلوي (في النبات) 251، 254
انقسام منصّف 380، 427
إنكاز 91، 421
انكسار 205، 216، 218، 220، 431
أنهار 190–191، 410
أنواع مهدَّدة 336
أنواع مهددة بالانقراض 335، 336
أنود 82، 83، 418
أنودة 83، 418
أنياب 352
أنيلين 92، 418
أنيون 70، 82، 418
أهداب 304، 358، 420
أوبرون (قمر) 170
أوجه (القمر) 167، 429
أوديسوس (فوّهة) 169
أوراق 251، 254، 258–261، 294
أوراق بذريّة 277، 432
أوراق بسيطة 258، 432
أوراق ثلاثية 258، 434
أوراق ثلاثية التريّش 258
أوراق ثلاثية الوريقات 258، 434
أوراق ثنائية التريّش 258
أوراق ريشية 258، 430
أوراق مبرقشة 261، 435
أوراق متصالبة 259
أوراق متقابلة 259
أوراق متناوبة 259
أوراق مثقوبة 259، 429
أوراق مركّبة 421، 258

أورانوس 163، 170، 173، 411
أوروبا (قمر) 168
أوروبيوم 28
أوعية دموية 351
أوعية شعرية 351، 419
أوكتان 99
أوكسي هيموغلوبين 351، 429
أوكسينات 268، 419
أول أكسيد الكربون 36، 64، 79، 147، 420
أول أكسيد النتروجين 78
أوّليات 294، 341، 430
أوليّ سوطي 341
أوم (وحدة) 236، 428
أوم، جورج 236، 415
إياس 379، 427
ايتاكا (وادي) 169
إيثان 92، 97، 423
إيثانوات صوديوم 85
إيثانول 94، 423
إيثين 92، 93، 94، 97، 99، 100
ايراس اراكي-الكوك (مذنب) 173
إيرل (محدد المصادر المنتظمة) 247، 435
ايروس (كويكب) 173
ايريديوم 28
ايكيا سيكي (مذنب) 173
إينشتاين، ألبرت 16، 413
أيو (قمر) 168
أيون 70، 71، 73، 75، 82، 83، 84، 85، 86، 88، 94، 426

(ب)

باباج، تشارلز 412
باثفايندر 165، 176، 411
باثفايندر (مهمة مريخية) 165، 411
باحة (الدماغ) 367
باحة (الدماغ) الترابطية 367
باحة حركية 367
بادرة 277
باراميسيوم 304، 317، 324
باريوم 28، 31، 32
بازلت 180
باستور، لويس 415
باسكال (وحدة) 132، 405، 429
باسكال، بليز 132، 415
باص (حاسوب) 241، 419
باعث (الترانزستور) 237
بالغة 328، 425
بانجيا (قارة) 179، 429
باندا 337
باي (عدد) 408
بايت (حاسوب) 241، 419
باين، الكسندر 412
بايونير (مسبار فضائي) 169، 176، 411
بتّ (حاسوب) 241، 419
بتلة 270
بتّ 226-227
بت رقميّ 227
بتّ كبلي 227
بحر 188-189، 410
بحيرات (أكبر) 410
بخار 16، 18، 47، 107، 117، 146، 147
بخار الماء 19، 72، 74
بدن الطائرة 144، 424
بذراء داخلية 272، 423
بذرة بلّورية 91
بذور 274-277، 295
برائل (الريش) 306، 419
براز 355، 423
براعم جانبية 252
براكين فائقة 183، 433
برامج مساعدة 7
براون، روبرت 16، 412
البربخ 376، 423
بُرّة 275، 420
برج توفة 76
برعم 252، 270، 419
برعم إبطي 252، 419
برعم انتهائي 252، 434
برعم ثانوي 252
برعم ذوقي 375، 434
برق 64، 228، 229، 292، 426
بركان 112، 168، 178، 182-183، 184، 435
بركان خامد (هامد) 183
بركان مركّب 182
بركان ناشط 183
بركيليوم 29
برلاينر، اميل 412
برمائيات 186، 187، 315، 326، 327، 338، 342، 418
برمجيّات 240، 242، 432
برنامج (حاسوب) 240، 430
بروبان 92، 96، 430
بروبين 97
بروتكتينيوم 29
بروتوبلازم 298، 430
بروتوكول (انترنت) 242
بروتوكول نقل النصوص 247، 425
بروتون 10، 11-13، 68، 70، 114، 115، 228، 430
بروتين 64، 101، 292، 298، 334، 355، 356، 430
بروستات (غدة) 376، 430
بروم 22، 25، 29، 48، 49، 93
بروميد 49
بروميد الفضة 49
برونز 35، 38، 39، 42
برونل، ازامبار كينغدوم 412
بريئلات (الريش) 306، 419
بريد إلكتروني 247، 423
بريستلي، جوزف 415
بُرَيْعمات 283
بريل 27، 407
بريليوم 27، 28
بزرة كامنة 277
بزموت 29، 33، 43
بساط 321، 434
بسترة 429
بشرة جلد الإنسان 368، 422
بشرة جلد السمك 303، 423
بشرة النبات 255، 260، 423
بصلة 366
بصلة (نبات) 253، 278، 419
بصلة مركّبة 278، 421
بطارية 39، 54، 106، 231، 236، 409، 419
بطاطا 278
بطاقة (حاسوب) 242، 420
بطانة 351
بطن 300، 418
بطن (الموجة) 203، 206، 434
بطينات توالد 337
بطين 350، 435
بقاء 286-287
بقعة 373، 427
البقعة الحمراء الكبرى 168، 424
البقعة العمياء 370
البقعة المظلمة الكبرى 170
بقع حارة (جيولوجيا) 183
بقع ساخنة (بيئة) 337، 425
بكتيريا (جراثيم) 64، 74، 75، 292، 294، 313، 332، 334، 338، 341، 353، 386، 419
بكرة 135، 430
بكمنسترفولرين 50، 51، 71، 419
بل، الكسندر غراهام 412
بلاتين 29، 30، 32، 38، 44، 45، 79
بلاديوم 28، 32
بلازما 61، 351، 430
بلازميد 383
بلانك، ماكس 415
بلسار 161، 431
بلعمة 310، 387، 429
بلعوم 354
بلعوم سفلي 311، 425
بلمرة 100، 430
بلوتو 163، 168، 171، 173، 411
بلوتونيوم 28، 38، 115، 116
بلورات 19، 26، 50، 87، 88، 89، 90، 421
بلورات الكوارتز 91
بلورة سائلة 90، 111، 240
بلوغ 379، 430
بلومباغو 51
بَلين 310، 419
بنز، كارل 412
بنزين 96، 98، 99، 429
بنسلين 285، 389، 429
بنكرياس 354، 355، 363، 429
بهشيّة 271
بهمة 275، 418
بوابة منطقية 238، 426
بوت، هيوبرت 412
بوتاس 89
بوتاسيوم 15، 28، 30، 31، 32، 38، 68، 89
بوتان 96
بوتقة 373، 421
بور 25، 27، 29، 239
بور، نيلز 13، 412
بؤرة الزلزال 182، 424
بؤرة الضوء 220، 371، 424
بوريوم 28
بوصلة 232
بوغ 283، 284، 295، 433
بوكسيت 38، 45، 83، 419
بول 317، 357، 362، 435
بولونيوم 25، 29، 33
بوليبروبين 102
بوليثين 97، 100، 101، 102، 430
بوليستر 94، 101، 103
بوليسترين 100، 101، 103
بوليفينيل 103
بوليفينيل كلوريد 48، 93، 100، 103، 430
بوليكربونات 103
بوليمر 100، 101، 430
بوليمر طبيعي 100، 101
بوليوريثان 103
بوم 306، 313
بويل، روبرت 412
بيئة 330-331، 423
بيازي 172
بيانات (معطيات) 421
بيرد، جون لوجي 412
بيرو، لازلو 412
بيريت 54، 90
بيريت الحديد 54، 90
بيريت النحاس 54
بيض 327
بيضة 326، 376، 377، 379، 380، 429
بيضة ترقوية 327، 420
بيكربونات الصوديوم 85، 87
بيكريل، أنطوان 412
بيكسل 225، 227، 242، 430
بيوتر 39
بُيوض 327، 429
بُييضة 271، 274، 429

(ت)

تابير 270، 272-273، 275، 430
تابير تصالبي 272، 421
تابير ذاتي 272، 432
تابير هوائي 273
تاج (السن) 352، 421
تاجين 281، 423
تارجح (رئيسات) 308
تاريخ بالكربون 115، 420
تآكل 35، 40-41، 65، 83، 84، 421
تالبوت، وليام فوكس 415
تاليوم 29، 33
تبادل أيوني 73، 75، 426
تبادل غازيّ 314، 424
تباطؤ 127، 421
تبخّر 20، 61، 423
تبرعم 324
تبوّغ 283، 433
تثاؤب 359
تثفّن ثانوي 256-257، 432
تجاذب (مغنطيسي) 232
تجارة الكترونية 247، 422
تجدّد 324، 431
تجزّؤ 324، 424
تجمّد 19
تجهيزات (الحاسوب) 240، 242-243، 425
تجويف أنفي 374، 428
تجويف لبّي 352، 431
تجويف النقّي 347
تحات 191، 197، 423
تحات التربة 197، 432
تحت شعبة 341
تحت كلوريد الصوديوم 48
تحديد الصدى 207، 320، 422
تحرّ 391
تحرٍّ جيني 385، 424
تحلق (يرقانات) 308
تحلل (السن) 48، 352، 353
تحمّل 361
تحوّل 328، 427
تحول شكلي غير كامل 328، 425
تحوّل شكلي كامل 328، 421
تحوير جيني 291، 384، 424
تخثّر (الدم) 351، 420
تخليق (تركيب) ضوئي 52، 78، 81، 258، 264، 265، 266، 277، 293، 294، 430
تخمّر 94، 423
تداخل 218، 219، 426
تداخل بناء 205، 421
تداخل هدّام 205، 422
تدرّج 190
ترابط (ذرّي) 14-15، 68-71، 76، 79، 91، 92-93، 96-97، 419
ترابط تشاركي 68، 69، 92، 96، 97، 421
ترابط فلزي 70، 427
ترابيق 347، 434
ترانزستور 25، 237، 409، 434
تربة 86، 292
تردّد أساسي 424
تردد موجي 203، 205، 206، 209، 212، 213، 215، 216، 226، 405، 424
ترسيب 192، 430
ترشيح 60، 89، 424
ترقوة 346، 420
ترقية (حاسوب) 242
تركيب الغذاء (نبات) 250، 258، 260، 264
تركيبي 434
ترمودينامكا 434
ترميز ثنائي التفرّع 294، 340، 422
تروس 41، 135، 136، 148، 151، 424
تريتون (قمر) 171
تزاوج 326، 427
تسارع 127، 128، 405، 418
تسجيل 211
تسجيل الدخول 246، 427
تسجيل رقمي 211
تسجيل صوتي كامل 211، 429
تسجيل عالي الأمانة 211، 425
تسلا، نيقولا 415
تسونامي (موجة) 204
تشارلز، جاك 413
تشالنجر (مكوك الفضاء) 411
تشبيك 243، 246-247، 428
تشتّت 216، 422
تشخيص 388، 422
تشدّف قسامي 300
تشريح 418
تشكل بكري 325، 429
تشكل القارات 179، 187
تشكيلة إلكترونية 68، 423
تصدّؤ 40، 80، 82، 432
تصعيد 18، 433
تصفيق 60، 421

تصنيف تقليدي 341، 420
تصنيف حيواني 340–343، 420
تصنيف نباتي 294–295، 420
تصوير طبي 388، 427
تضخيم 208، 226، 418
تضفير جيني 383
تضمين 226، 427
تضمين ترددي 226، 424
تضمين سعوي 226، 418
تطوّر 338–339، 423
تطوّر (البشر) 378–379
تظهير (الفيلم) 225
تعاقب 330، 422
تعاقب بيئي 330، 422
تعدين 199، 427
تعدين مكشوف 199، 428
تعرّض (الكاميرا) 224، 423
تعريق 260
تعظّم 347، 429
تعقيم 212
تغذية مرتدة 238، 423
تغصّن 364
تغصّنات 364، 374، 422
تغير الحالة 16، 18–19
تفاضلي 151، 422
تفاعلات إرجاع – أكسدة 80، 431
تفاعلات استبدال 93، 433
تفاعلات تفكّك الحراري 78، 434
تفاعل اتحاد 78
تفاعل إزاحة 78، 422
تفاعل أمامي 78
تفاعل تركيب 78، 433
تفاعل تعادل 78، 85، 428
تفاعل تفكك 78، 421
تفاعل ضمّ 93، 97، 418
تفاعل عكوس 78، 431
تفاعل كيميائي 13، 76–79، 80–81، 420
تفاعل كيميائي ضوئي 78، 429
تفاعل ماصّ للحرارة 76، 78، 423
تفاعل مصدر للحرارة 76، 77، 78، 79، 423
تفاعل نووي 116–117، 158، 159، 162
تفاعلية 30، 32، 33، 40، 41، 46، 48، 79، 82، 83، 431
تفرّس فوق صوتي 207، 434
تفسيل (النبات) 279
تقادم 379
تقرّح 219
تقطير 61، 75، 422
تقطير تجزيئي 62، 98، 99، 424
تكاثر اصطناعي 279
تكاثر البشر 376–377
تكاثر جنسي 432
تكاثر جنسي بشري 376–377
تكاثر جنسي حيواني 325، 326–327
تكاثر جنسي نباتي 270–272
تكاثر الحيوان 324–327، 431
تكاثر خضري 278، 435
تكاثر لا جنسي حيواني 324، 325، 419
تكاثر لا جنسي نباتي 278–279، 282–283
تكاثر مجهري 279، 427
تكاثر النبات 270–279، 282–283، 431
تكافؤ 71، 435
تكتونيّة الألواح 181، 430
تكثّف 19، 421
تكسير (جزيئات) 99، 421
تكنولوجيا نانويّة 428
تكيّف وقائي 287، 339، 430
تلاصق 21، 418
تلسكوب 174–175، 220، 223
تلسكوب اراسيبو 174
تلسكوب انعكاسي 174، 223، 431
تلسكوب انكساري 174، 223، 431
تلسكوب بصري 174، 223، 428
تلسكوب راديوي 174، 213، 431
تلسكوب الفضاء 174، 411
تلسكوب الفضاء هابل 161، 170، 175، 411
تلفزيون 90، 175، 213، 226–227، 236
تلفزيون تفاعلي 227، 426
تلفزيون رقمي 422
تلفزيون القمر الاصطناعي 227
تلقيح 387، 391، 435
تلقيح حيواني 272
تلوث 53، 63، 64، 65، 75، 117، 174، 187، 293، 335
تماسك 21، 421
تمعّج 355، 429
تمويه 287، 339، 419
تناضح 429
تناظر ثنائي 301، 419
تناظر شعاعي 301، 431
تنافر مغنطيسي 232، 431
تناوب الأجيال 283، 418
تنبيذ 61، 420
تندرا 194، 290، 331، 434
تنزيل 6، 246، 422
تنظيم حراري 316، 434
تنغستن 27، 28، 39
تنفّس 62–63، 314–315، 358، 359
تنفّس داخلي 52، 80، 265، 358، 360، 426
تنفّس لا هوائي 361، 418
تنفّس هوائي 360، 418
تنقل 304–309، 426
تنقية إلكترونية 83، 423
تنقية الماء 75
تنوّع حيوي 291، 419
تهجين 384، 421
تهوية 359، 435
توازن 120، 320، 372، 373، 423
توافقيات 209، 425
توالد 384
توتر سطحي 21، 433
توربين 107، 108، 117، 147، 149، 235، 434
توربين بخاري 235
توربين هوائي 108، 198، 235
تورنغ، آلان 415
توصيل حراري 24، 25، 30، 113، 421
توصيل كهربائي 24، 25، 30، 31، 51، 421
توضّع (النهر) 191
توليد حراري 360
تومبو، كلايد 171، 415
تومسوف، وليام 415
تويّج 270
تيارات سطحية 188
تيار عميق 188
تيار كهربائي 210، 228، 230، 421، 422
تيار مائي 188، 421
تيار متناوب 235، 418
تيار مستمر 231، 422
تيتان (قمر) 169
تيتانيا (قمر) 170
تيتانيوم 28، 33، 35، 38
تيسير الماء 73

(ث)

ثالث أكسيد الكبريت 76
ثاني أكسيد السليكون 69
ثاني أكسيد الكبريت 54، 64، 65، 433
ثاني أكسيد الكربون 15، 18، 36، 52، 62، 63، 65، 66، 69، 73، 78، 80، 81، 84، 85، 100، 147، 164، 178، 184، 185، 264، 265، 292، 332، 358، 360، 420
ثاني أكسيد النتروجين 65، 78
ثدييّات 186، 187، 338، 342، 427
الثريا (نجوم) 156
ثعبان 182، 307، 308، 323
ثغيرات 260، 262، 433
ثقالة 118، 120، 127، 128، 129، 130–131، 142، 155، 161، 162، 177، 180، 188، 424
الثقب الأسود 161، 419
ثلاثي الفصوص 187
ثلاجة 185
ثلم التفلّق 299، 420
ثمالة 60، 431
ثمرة 84، 194، 274–277، 422
ثمرة تفاحية 274، 430
ثمرة حقيقية 274، 434
ثمرة رئيسية 275، 426
ثمرة زائفة 274، 423
ثمرة عصارية 274، 433
ثمرة مجمّعة 274، 418
ثمرة مركّبة 274، 421
ثمرة نووية 274، 422
ثنائي الأرجل 309، 419
ثنائي الفلقة 255، 277، 295، 422
ثنائي القطب 232، 422
ثنائي كلوروثنائي فلوروالميثان 93، 96
ثنائيات الحول 288، 419
ثنائيات الشرف 352، 419
ثوران 182، 183، 423
ثوريوم 28، 115
ثوليوم 28
ثوم 278

(ج)

جاذبية 409
الجبّار (كوكبة) 160
جبال 166، 181، 290، 331، 410
جبال الطيّ 181، 424
جبس 73، 407
جدار الخلية 250، 420
جدّة قاطعة (بركان) 182، 422
الجدول الدوري 24، 28–29، 429
جذاذة سليكونية 239، 432
جذر دعامي 253، 430
جذر رئيسي 253
جذر السن 352
جذر عرضي 253، 418
جذر ليفي 253، 423
جذر نباتي 89، 253، 431
جذر هوائي 253، 418
جذر وتدي 253، 434
جذع الدماغ 366، 419
جذمور 278، 283، 295، 431
جذور ثانوية 253، 426
جذير (البذرة) 274، 277، 431
جرابيّات 427
جراثيم 212، 386
جراثيم زرقاء 184، 281
جراثيم مثبتة النتروجين 292، 428
جراحة 389
جراحة الليزر 215، 389
جراحة مجهرية 235
جرّة 313
جرس كهربائي 234
جرمانيوم 25، 29
جرم سماوي 172، 425
جُريب 369، 424
جزء (نفطي) 99، 424
جُزُر 131، 189
جزر (أكبر) 410
جُزر رسوبية 191
جزيء 14–15، 20، 21، 22، 23، 69، 70، 76، 79، 91، 94، 99، 100، 213، 427
جزيئات فوّاحة 374، 428
جزيء عملاق 69
جزيرات لانغرهانس 363، 426
الجسر 366
جسم 222
جسم الثفني 367، 421
جسم ثمري 284، 424
جسم الخلية 364، 420
جسيمات باسيني 368، 429
جُسيمات دون ذرية 10، 11–13، 433
جسيمات ميسنر 368، 427
جسيم ألفا 114، 418
جسيم بيتا 114، 419
جسيم حال 298، 427
جسيم ريبي 298، 431
جص باريس 88
جلد 362، 368–369
جلد الإنسان 368، 423
جليد 18، 19، 72، 110، 173، 178، 184، 229
جليدة الحيوان 302، 369، 421
جليدة النبات 255، 421
جماع 377، 432
جماعة 196–197، 430
جمشت 90
جميْز 275
جناح الحيوان 306
جناح الطائرة 142–145
جناحية 275، 432
جنس 377، 341، 424
جنكة 295، 424
جنوب مغنطيسي 233، 427
جنيح 143، 144، 418
جنين 377، 424
جنين نباتي 274، 423
جهاز 299، 434
الجهاز البولي 362، 435
الجهاز التناسلي 376، 431
الجهاز التناسلي الأنثوي 376
الجهاز التناسلي الذكري 376
الجهاز التنفسي 358–359
الجهاز الجلدي 368، 426
الجهاز الدهليزي 372، 435
جهاز الدوران 299، 350–351، 420
الجهاز العصبي 364–365، 428
الجهاز العصبي المحيطي 364، 429
الجهاز العصبي المركزي 364، 420
الجهاز العصبي المستقل 365، 419
الجهاز اللمفي 387، 427
جهاز المعالجة من بعد (مكوك الفضاء) 176
الجهاز الهضمي 299، 312، 354، 422
جهد 134، 422
جو (وحدة) 19، 419
جوامد 16–19، 58، 79، 110، 113، 124، 132
جوبات 347، 426
جوزة 275
جوف حول حشوي 301، 429
جوف دموي 301، 425
جوف عام 301، 420
جول 109، 110، 137، 405، 426
جول، جيمس 110، 414
جير حيّ 78
جير مطفأ 86
جيروسكوب 129، 425
جيلبرت، وليام 413
جين 291، 380–385، 424
جينات سائدة مشتركة 381، 420
جينات مرتبطة بالجنس 381، 432
جينر، ادوار 414
جين سائد 381، 422
جين متنحٍّ 381، 431
جينوم (مجين) 382، 424
جيولوجيا 424

(ح)

حاجز 300، 432
حاسبة (آلة) 238
حاسوب 182، 236، 238، 240، 246
حاسوب شخصي 7، 240
الحافة الكاملة للورقة 259
حافة منشاريّة (ورقة) 259، 432
حافري المشية 309، 434
حافظة (المغنطيس) 232، 426
حالات المادة 16–19، 77، 433
حالب 362، 435
حالة فيزيائية 16–19، 77
حالق 259، 434
حبال صوتية 359، 435
حبّة 275، 424
حبة نووية 274، 422
حبل (نبات) 271
حبل سرّي 377، 434

حبل شوكي 364، 366
حبل ظهري 342، 428
حبليّات 342، 420
حبيبات التوازن 320
الحجاب الحاجز 358، 359، 422
حجر جيري 32، 36، 38، 73، 76، 78، 79، 86، 88، 180، 181
حجر رملي 180، 191
حجم 16، 17، 23، 404–405، 408، 435
حدّ إنشائي 181، 421
حدّ انهدامي 181، 422
حدّ المرونة 121، 422
الحدّ من النسل 197
حدقة 221، 321، 370، 371، 431
حدود الألواح 181، 182، 430
حديد 15، 26، 27، 28، 30، 33، 34، 35، 36–37، 38، 40، 42، 43، 44، 45، 54، 66، 77، 78، 80، 81، 89، 90، 178، 180، 199، 210، 232، 234، 357
حديد الزهر 36
حديدي مغنطيسي 232، 234، 423
حرارة 16، 18، 24، 25، 30، 76، 78، 106، 107، 108، 109، 110–113، 125
حراشف 303
حرشفة أدمية 303، 422
حرف حافة الورقة 259
حرقفة 346، 425
حركة 122، 123، 124، 126–129
حركة براونية 16، 419
حركة المائع في النبات 262–263
حروكة 234، 419
حزاز 86، 290، 293، 426
حزام (ضغط جوي) 192
حزام الكويكبات 130، 163، 172
حزمة وعائية 255، 256، 435
حزيمات 349، 423
حساسية النبات 268–269
حشد (نجمي) 156
حشد كروي 156، 424
حشد نجمي مبعثر 156، 428
حشرات 186، 187، 300، 307، 309، 315، 319، 321، 325، 328، 330، 338
حشفة 376، 424
حصية 313، 429
حضني (حاسوب) 240
حفارة 51، 134، 136
حفاز 47، 51، 55، 79، 147، 420
حفظ 336–337، 421
حفظ الطاقة 107، 409
حفظ الكتلة 77، 409
حفظ كمية الحركة 123، 409
حقب 186، 423
حقب الباليوزوي 186، 429
حقب ما قبل الكمبري 186، 430
الحقب الميزوزوي 186، 187، 427
حقل جاذبي 130، 424
حقل الرؤية 321، 424
حقل كهربائي 212، 219، 228، 422
حقل مغنطيسي 210، 212، 219، 233، 427
الحقل المغنطيسي للارض 180، 233
حلالة هوائية 93، 185
حلزونية (أوراق) 259
حلقات كوكبية 168، 169، 170
حلقة حولية 257، 418
حلقيّات 342، 418
حليمة 375، 429
حمّة 16، 18
حمض الاستيك 418
حمض الاسكوربيك 84
حمض ايثانويك 84، 85، 94، 423
حمض دبالي 86
حمض الدنا 15، 380، 382–385، 422
حمض السالسيليك 84
حمض السيتريك 67، 84، 100
حمض عضوي 84، 94، 429
حمض الفسفوريك 40، 55، 430
حمض الكبريتيك 39، 54، 76، 83، 84، 87، 88، 89، 91، 164، 433
حمض كربوكسيلي 94، 95، 101 420
حمض الكربونيك 63، 73، 79، 88
حمض اللاكتيك 361، 426
حمض اللوريك 94
حمض الميثانويك 94، 427
حمض النتريك 64، 84، 88
حمض النمل 84، 424
حمض الهيدروكلوريك 48، 84، 88، 89
حمض اليوريك 317، 435
حِمْل (حمولة) 134، 426
حمل 377، 421
حمل حراري 112، 192، 421
حموض 65، 78، 84، 86، 88، 89، 94، 418
حموض أمينية 356، 418
حموض دهنية 94، 423
حموض معدنية 87، 427
حمولة (النهر) 191، 426
حنجرة 359، 426
حنك صلب 354
حواس 320–321، 364، 365، 368–375، 432
حوّامة 140
حوراء 328
حوصلة 313، 421
حوض 346، 429
حوض كلوي 362، 431
حوليّات 288، 418
حويصل منويّ 376، 432
حيد الانتشار 181، 183، 433
حيض 379، 427
حياة ما قبل التاريخ 338–339
حيد 181، 431
حيوان اجتماعي 319
حيوان انزلاقي 307
حيوان مسيطر 319
حيوانات برية 308–309، 434
حيوانات خاضعة 319

(خ)

خادرة 328، 431
خاصّة شعرية (في النبات) 262، 419
خامات 26، 36، 42، 44، 45، 199، 428
خام الحديد 36، 81
خانق الذباب 267
خبث 36، 432
خبير أرصاد 406
خدريات 282، 295
خرّاج 353، 418
خرج 238، 429
خرطوم 311، 430
خزان مائي 74
خسّ 291
خسوف قمري 427
خسوف وكسوف 162، 422، 427، 434
خشائن 357
خشب 52، 108، 113، 256–257
خشب أولي 257
خشب ربيعي 257، 433
خشب صيفي 257، 433
خشب القلب 257، 425
خشب متاخر 257
خشب نسغ 257، 432
خشخاش 270، 272، 286
خصائص جنسية 379
خصائص جنسية أساسية 379، 430
خصائص جنسية ثانوية 379، 432
خصية 363، 376، 434
خضاب 67، 86، 92، 217، 261، 281، 430
خضار جذرية 253
خط الإستواء 188، 192، 193، 423
خط الأشجار 195
خطران 143
خطوط جانبية 323، 426
خطوط الدفق المغنطيسي 233، 427
خلّ 40، 84، 85، 87، 94
خِلال (سمات) 325، 434
خلايا اسفنجيّة 251، 260، 433
خلايا حيوانية 298–299، 433
خلايا شعرية 372، 373
خلايا ظهارية عمادية 299
خلايا كهركيميائية 231، 423
خلايا نباتية 251، 270، 433
خلط زجاجي 370، 435
خلط مائي 370، 419
خلية 231، 422
خلية أولية 231، 430
خلية بلعمية 387
خلية ثانوية 231، 432
خلية جنسية 325
خلية حارسة (في الورقة) 260، 425
خلية حيوانية 250، 298–299، 368، 420
خلية خيطية 310، 434
خلية دم بيضاء 61، 351، 387، 435
خلية دم حمراء 61، 351، 431
خلية شمسية 109، 231، 432
خلية شميّة 374، 428
خلية عظمية 347، 429
خلية عمادية 251، 260، 264، 429
خلية كهرضوئية 430
خلية كهركيميائية 231، 420
خلية لمفية 387، 427
خلية لهبية 317
خلية مستقبلة ذوقية 375، 425
خلية مفردة 231، 409، 432
خلية ملانية 369، 427
خلية نباتية 250–251، 260
خلية وليدة 299، 324، 421
خميرة 94، 284، 285، 435
خنثى 271، 325، 425
خواء 113، 206، 212، 218، 435
خوخ 274
خياشيم 314، 419
خياشيم (غلاصم) 314
خياشيم داخلية 314
خياشيم السمك 62، 314، 424
خياشيم الفطريات 284
خيال 214
خيط 271، 424
خيط عضلي 349، 428
خيطيات 342، 428
خيوط فطرية 284، 425

(د)

الداء السكّري 363، 422
دارة (كهربائية/الكترونية) 230، 231، 236–239، 420
دارة الكترونية 236–239، 423
دارة توازي 230، 429
دارة توالي 230، 432
دارة رقميّة 238، 422
دارة كهربائية 230، 231، 422
دارة متكاملة 25، 236، 237، 239، 405، 426
دارة مضخِّم 237
دارون، تشارلز 339، 413
دالتون، جون 13، 413
دايود 237، 409، 422
دايود باعث للضوء 237، 426
الدب الأكبر (كوكبة) 160
دبق 266
دخان 58، 64، 185
دخل 238، 425
درّاجة نارية 80، 151
الدرب اللبنية (مجرة) 154، 156، 157، 427
درجة الحرارة 18، 19، 20، 23، 110، 111
درجة حرارة الغرفة 19
درقة 302، 419
درنة 278، 434
درو، ريتشارد 413
دروع 302، 308، 432
دسيبل 206، 421
دعم الحيوان 302–303
دعم النبات 252، 253، 254، 255، 256–257
دقّة 140، 143، 144، 431
دفع 142، 145
دفع علوي 138، 139، 435
دفق 377، 422
دلتا 190، 191، 422
دلتاوي 348، 422
دلفنة 143
دم 58، 61، 349، 351، 362
دماغ 364، 365، 366–367، 388
الدماغ الأوسط 366
الدماغ البيني 366، 422
دموع 371
دنا مأشوب 383
دنا مستهدف 383
دهان 59، 88، 215
دهن غير مشبع 356
دهون 95، 355، 356، 423
دهون مشبعة 356
دواء 391، 422
دودة الأرض 300، 308
دودة مسطّحة 342، 424
دودة هلبيّة 304
دور (الجدول الدوري) 28، 429
دور (جيولوجيا) 186، 429
دورالومين 35
الدور الأوردوفيشي 186
الدور البرمي 186، 187
دورة (الموجة) 203
دورة (حيض) 379، 429
دورة احتراق رباعية الأشواط 148، 424
دورة الحياة 328–329، 426
الدور الترياسي 186
دورة زراعية 291، 421
دورة ضوئية 269، 430
دورة الكربون 52، 285، 292، 334، 420
دورة الماء 74، 75، 292، 334، 435
دورة النتروجين 64، 285، 292، 334، 428
الدور الثالث 187
الدور الجوارسي 186
الدور الديفوني 187، 186
الرابع 187
الدور السلوري 186
الدور الطباشيري 187
دولاب 134، 151
دولاب (السيارة) 101، 124
دولريت 180
دويّ جدار الصوت 207
ديجيتاليس 389
ديدان 300، 301، 324، 325
ديكان 99
ديموس (قمر) 165
دينامو 235، 422
ديناميكا 122، 422
ديناميكا هوائية 418
دينوصورات 186، 187، 338–339

(ذ)

ذاتي التغذّي 264، 332، 419
ذاكرة الانسان 367
ذاكرة الحاسوب 241
ذاكرة رام 241، 431
ذاكرة طويلة الأمد 367، 427
ذاكرة قصيرة الأمد 367، 432
ذاكرة المهارة الحركية 367، 428
ذاكرة واقعيّة 367
ذبذبة 429
ذبول 263، 435
ذرّة 10–13، 14، 15، 24، 34، 43، 50، 68–71، 76، 91، 114–115، 198، 228،
ذروة (الموجة) 203، 206، 429
ذهب 15، 26، 27، 29، 30، 32، 33، 35، 38، 42، 43، 44، 45، 82
ذوّاب 58، 432
ذوّابات 310، 420
ذوّابة (المذنب) 173
ذوات الدم البارد 316، 421

ذوات الدم الحار 316، 435
ذوبانية 58، 88، 432
ذوق 323، 375
ذيفان 386

(ر)

رئة 315، 358، 427
رئد 278، 433
رئد (ساق النبات) 252، 432
رئيسات 308، 312، 321، 327، 342
رائحة 323، 374، 375
رابطة أيونية 70، 426
رابطة ثلاثية 92، 93، 434
رابطة مزدوجة 69، 92، 93، 97، 422
رابطة مفردة 92، 93، 96، 432
رادار 213، 431
رادون 25، 29، 63، 431
راديوم 28، 115
راديوي 175، 213، 226—227، 237
رأس الاستماع 210، 430
رأس التسجيل 210، 431
رافد 190، 434
رافعة 143، 144، 423
رايون 87
رباط حول السن 352، 429
رباعية الرؤوس (عضلة) 348، 431
رباعي القوائم 309، 431
رتبة 341، 342، 428
رتب تصنيفية 341، 434
رتبة اللواحم 342
رجرجيّات 295، 424
رجل الجبار (نجم) 159
رجم 173، 427
رحلات 176، 177
رحلة فضائية 176، 411
رحم 327، 376، 377، 435
رحيق 270، 428
رخويّات 342، 427
رذرفورد، ارنست 13، 415
رسابة 89، 430
رسغ 346، 420
رسوم حاسوبية 242
رشاحة 60، 424
رصاص 29، 30، 33، 38، 43، 44، 64، 75
رصغ (عظام الكاحل) 346، 434
رضاعة 327
رضفة 346، 429
رطوبة 192، 425
رعد 229، 434
رغامى 315، 354، 358، 435
رفع 142، 145، 426
رقّ 206، 210
رقاقة (حاسوب) 239، 420
رقاقة (سليكونية) 239، 435
رقص النحل 319
رقمي 422
الركاب 372، 433
رمز بيولوجي 294، 340، 419
رمز كيميائي 13، 15، 28—29، 420
رموز كهربائية 236، 409
رموز كيميائية 13، 15
رنين 208، 431
روسكا، ارنست 415
رونتجن، ولهلم 415
رؤية 220، 321، 370—371
رؤية ثنائية 321، 419
رؤية جانبية 321، 426
رؤية متواصلة 225
رؤية مجسّمة 321، 370، 433
ريّ 197، 426
رياح سائدة 188
ريبوز منقوص الاكسجين 382، 422
ريّ تسميدي 197
ريح 111، 112، 173، 192، 198، 406
ريح شمسية 162، 173، 432
ريش 183، 306
ريشة 306، 435
ريشة كفافية 306، 421
ريش الطيران 306، 431، 424

(ز)

زئبق 19، 29، 30، 33، 38، 43، 55، 75، 111
زائل (قصير الاجل) 423
زبد 73، 94
زبدة 97
زحف 308
زُحل (كوكب) 163، 169، 170، 176، 411
زر التبئير (المجهر) 222
زراعة 197، 291
زراعة تكثيفية 291، 426
زراعة عضوية 291، 429
زركونيوم 28
زرنيخ 25، 27، 29
زرنيخات 27
زعانف مزدوجة 305، 429
زعانف مفلطحة 304، 305
زعنفة (السمكة) 304، 305
زعنفة بطنية 305، 435
زعنفة حوضية 305، 429
زعنفة ذيلية 305، 420
زعنفة شرجية 305، 418
زعنفة صدرية 305، 429
زعنفة ظهرية 305، 422
زعنفة وسطى 305، 427
زغابات 355، 435
زفير 359، 423
زلاجة 48، 124
زلزال 182، 202، 407، 422
زمرة الدم 351
زمرّد 90
الزمن الجيولوجي 178، 186، 424
الزمن السحيق 179، 186، 421
زنجفر 88
زند 346، 434
زنك 27، 29، 30، 34، 38، 39، 41، 70، 231
زهرة 163، 164—165، 411
زهرة شفوية 273
زهم 368، 432
زواحف 186، 187، 316، 332، 338، 342
زيت 46، 59، 95، 98، 100، 108، 125، 428
زيجوت 272، 377، 435
زينون 25، 28، 63، 184، 435
زيوليت 73

(س)

سائل زليلي 347، 433
سائل مخي نخاعي 366، 420
ساطع 214، 427
سافري، توماس 415
سافلة (النهر) 190
ساق 252، 433
ساق الشعرة 369
ساليوت (محطة فضاء) 411
سبائك فائقة 35، 433
سبات شتوي 329، 425
سبات صيفي 329، 418
سَبَج 26
سبد 274، 277، 430
سبوتنيك (قمر اصطناعي) 175، 411
سبيكة 33، 34—39، 418
ستراسمان، فريتز 415
ستروماتوليت 186
ستيفنسون، جورج 415
سحابتا ماجلان 156
سحابة ركامية 193، 421
سحابة سمحاقية 193، 420
سحايا 366
سحب 74، 193
سداة 271، 433
سداسي الأرجل 309، 425
سديم 158، 428
سديم العقاب 158
سديم ثلاثي الفصوص 158
سديم رأس الحصان 158
سرء 327، 433
سراخس 258، 278، 282، 283، 295
سرّة 274، 425
سرج 325، 420
سرطان 115، 213
سرطان الجلد 213
سرعة 126، 127، 433
سرعة انتهائية 128، 434
سرعة آنية 126، 425
سرعة الحاسوب 241، 420
سرعة دون صوتية 207، 433
سرعة الصوت 144، 207، 433
سرعة الضوء 212، 433
سرعة فوق صوتية 207، 433
سرعة متجهية 123، 127، 128، 405، 435
سرعة نسبية 127، 431
سطوح التحكّم 143، 421
سعال 359
سعة 203، 205، 206، 226، 418، 404—405
سعة حرارية 111، 434
سعة حرارية نوعية 111، 433
سفاليريت 27
سفن 41، 44، 139، 140—141
سكاكر 46، 52، 356، 363، 433
سكانديوم 28
سكايلاب 177، 411
سكروز 46، 433
سلاح نووي 38، 39، 116، 428
سلاميات 346، 429
سلحفاة 302
سلسلة تفاعلية 30، 40، 431
سلسلة الطاقة 107، 423
سلسلة غذائية 332، 335، 424
سلسلة متشابهة 92، 94، 96، 97، 425
سلسيوس، اندرز 412
سلفات الأمونيوم 87
سلفات الكلسيوم 88
سلفيد الحديد 66، 77، 89
سلفيد الكدميوم 88
سلفيدات (كبريتيدات) 27، 433
سلك ارضي 230، 422
سلك محايد 230، 428
سلك معزول 228، 230
سلك مكهرب 230، 426
سلّم درجة الحرارة المطلقة 111، 405، 418
سلّم سلسيوس 111، 405، 420
سلّم مركالي 407
سلّم موس 407
سلولوز- 85، 250، 313، 420
سليفر، فستو 415
سليكا 27، 432
سليكات 27، 432
سليكات الصوديوم والألمنيوم 73
سليكون 25، 26، 27، 29، 68، 239
سليلوييد 102
سماء 216
سماد (مخصّب) 38، 47، 54، 55، 64، 75،
87، 89، 281، 291
سمحاق 347، 429
سمع 320، 372—373
سمكة 186—187، 303، 305، 314، 323،
326—327، 329، 335، 338، 342
سمكرة 39
سمك غضروفي 301
سنة 163، 411
سنة ضوئية 154، 426
سن الحليب 353، 421
سن دائمة 312، 353، 429
سندان (الاذن) 372، 425
سُنينات 303، 422، 430
سهل فيضي 190، 424
سهوب 290
سوائل 16—21، 58، 59، 79، 110، 112، 124،
128، 132، 133، 138
سونار 207، 433
سويق (الورقة) 261
سيارة 41، 44، 103، 127، 133، 147، 150
سياط 304، 424
سيبورغيوم 9
سيتوبلازما (خلية حيوانية) 298، 304، 421
سيتوبلازما (خلية نباتية) 250، 251، 254،
263، 421
سيريس (كويكبات) 172
سيريوم 28
سيزيوم 28
سيكاسيات 295، 421
سيكورسكي، ايغور 415
سينوزوي (حقب) 186، 187، 420

(ش)

شادة 348، 418
شادوف أرخميدس 136
شادويك، جيمس 13، 413
شارون (قمر) 171، 411
شبكات 70
شبكة 313
شبكة إقليمية 243
شبكة أيونية 70، 426
شبكة بلازمية داخلية 298، 423
شبكة جزيئية 70، 427
شبكة غذائية 333، 424
شبكة فلزية 70
شبكة محلية 243، 426
شبكة مخدّم / خادم 243، 420
شبكة الندّ للندّ 243، 429
شبكة الوب العالمية 246، 394—395، 435
الشبكية 370، 431
شَبَه 91
شبه الجذر 282، 431
شبه شفاف 214، 434
شبه طفيلي (نبات) 266، 425
شبه الظل 214، 429
شبه الفلز 24، 25، 29، 432
شبه منحرف 348، 434
شبه موصل 25، 239، 432
شبه نفوذ 432
شحنة كهربائية 11، 228، 229، 407، 422
شدة الضوء 214، 426
شُدفة (في جسم الحيوان) 300
شراع 103، 140، 141
شرج 354، 418
شرفة (صمام قلب) 350، 421
شرفة السن 352
شريان 351، 419
شريان رئوي 350، 430
شريان كلوي 317، 362، 431
شريحة ثنائية المعدن 110
شريحة فيلمية 225
شطآن الحصباء 286
شظية 346، 423
شُعاعات (زعانف السمك) 305، 431
شعاع ساقط 218
شعاع منعكس 218
شعاع منكسر 218
شعبة 341، 430
شعر 374، 428
شعرات شنيّة 322، 435
شعيرات جذرية 253، 431
شغل 137، 405، 435
شفاف 214، 434
شفة (حشرات) 311، 426
شفة عليا 311، 426
شفران 376، 426
شفق قطبي 162، 419
شقيق البحر 301
شكل هندسي 408
شمال مغنطيسي 233، 427
شمس 46، 65، 106، 107، 108، 109، 112،
113، 128، 154، 158، 159، 162، 167،
173، 179، 183—186، 189، 192، 213
شمع 435

شهاب 173، 185، 427، 432
شهيق 359، 425
شوارب 322
شواظ شمسي 46، 162، 430
شوك 303، 431
شوكة (ورقة) 259، 286
شوكيّات الجلد 342، 422
شيخوخة 379، 432

(ص)

صائم 335، 426
صابون 73، 84، 85، 94
صاروخ 47، 149، 177
صاعقة بادئة 229، 426
صاعقة راجعة 229، 431
صالب (طيور) 306، 426
صانع كروم 250، 420
صانع اليخضور 250، 251، 260، 264، 420
صبّار 194، 286، 293
صبغيّ 380—381، 420
صبغي X 380، 435
صبغي Y 380، 435
صبغيّات متماثلة 380، 425
صبغي جنسي 380، 432
صحراء 289، 290، 331، 442
صخر 168، 169، 173، 179، 180—181، 182، 183، 186، 190—191، 198—199
صخر تحوّلي 181، 427
صخر رسوبي 181، 432
صخر ناري 181، 425
صدع 182، 423
صدع سان اندرياس 182
صدى 207، 422
صرف صحي 74، 432
صرير 319، 433
صف 341، 420
صُفاحات 347، 426
صُفاحة وسطى 251، 427
صفاق 301، 429
صفراء 355، 419
صفر مطلق 111، 405، 418
الصفن 376، 432
صُفيحات 61، 351، 430
صُفَيْحة (نبات) 258، 426
صفيحة غربالية 254، 432
صُلبات 302، 432
صلبة 370، 432
صمام (في القلب) 350
صندوق الصوت 359، 435
صندوق مصوّت 208، 433
صنوبريّات 275، 289، 290، 295، 421
صهارة 26، 180، 181، 182، 183، 427
صهر 36، 81، 432
صهيرة 230، 409، 424
صوت 106، 206—207، 210—211
صوت تحتي 206، 425
صوت فائق 206، 434
صودا الغسيل 73، 88، 89، 91، 435
صودا كاوية 85، 89
صوديوم 14، 28، 30، 31، 32، 39، 66، 67، 68، 71، 357
صورة 218، 220—221، 425
صورة فسيفسائية 321
صورة وهمية 435
صياخد 162، 423
صيد مفرط (للسمك) 335، 429
صيدلة جينيّة 85، 429
صيغة كيميائية 15، 66، 420
صيغة هندسية 408
صيوان 320، 372، 430

(ض)

ضامّات 283، 433
ضباب دخاني 64، 432
ضبط درجة الحرارة 316، 369
ضرس العقل 352، 435
ضغط 19، 20، 23، 132، 142، 405، 430
ضغط البيانات 245، 421
ضغط الجذور 262، 431
ضغط جوي 19، 132، 192، 419
ضغط مرتفع 192
ضغط معياري 19
ضغط منخفض 192
ضغط هوائي 132، 133
ضفدعة 299، 314، 326، 328
ضفيرة شعرية 368، 425
ضلع 346
ضوء 78، 106، 107، 108، 154، 159، 212، 213، 214—219، 370، 426
ضوء أبيض 216، 435
ضوء الشمس 260، 264—265

(ط)

طائرة 35، 38—39، 96، 132، 142—145
طائرة بحرية 144
طائرة شراعية 112، 142
طابع 209، 434
طابعة ليزر 229
طاقة 106—117، 228، 332—333، 360، 405
طاقة انفعالية 106
طاقة التنشيط 76، 79، 418
طاقة حرارية ارضية 198، 424
طاقة حركية 106، 107، 110، 426
طاقة داخلية 110، 426
طاقة شمسية 109، 162، 432
طاقة كامنة 106، 110، 430
طاقة كامنة مطاطة 106
طاقة كهربائية 107، 228
طاقة كيميائية 106، 107، 420
طاقة متجددة 108، 198، 431
طاقة نووية 39، 108، 114، 116، 198
طب 388—391
الطب التكميلي 390، 421
طب التوازن الهيكلي 390، 429
الطب الوقائي 391
طباعة ملونة 217، 424
طبشور 32، 38، 86، 88
طبقات 433
طبقة 193، 433
طبقة (الصوت) 209، 430
طبقة الأوزون 65، 185، 429
طبقة تحت جلدية 368، 433
طبقة عمادية 260
طبقة الفصال (أوراق) 261، 418
طبقة متقرنة 368، 421
طبق القمر الاصطناعي 226، 227
طبلة 320، 434
طبلة الأذن 320، 372، 422
طحالب 281، 282، 293، 418
طحلب بطّي 280
طروادي (كويكب) 172
طروقية 30، 427
طفل 327
طفو 138—139
طفيليات 266، 343، 429
طقس 65، 132، 166، 185، 192—193
طقس المغازلة 326
طلائع المشرة 283، 430
طلاء كهربائي 82، 423
طلق 407
طوّافة 142، 144، 145
الطور الأعلى (النهر) 190
الطور الأوسط (النهر) 190
طوريشلّي، ايفانجليستا 415
طول (وحدات) 404، 405
طول البصر 221، 371
الطول الحرج 269
طول الموجة 203، 205، 212، 215، 216، 226، 435
طيران الحيوان 306—307
طيران الطائرة 142—145
طيطس 169
طيف الضوء المرئي 213، 214، 216، 435
طيف كهرمغنطيسي 212، 226، 423
طيفون 189، 434
طيور 186، 187، 306، 313، 317، 318، 323، 327، 329، 335، 338، 342

(ظ)

ظاهرة الدفيئة 63، 65، 108، 185، 293، 424
ظاهرة الكهراجهادية 91، 430
ظلّ 214، 434
ظليل للأشعة 388
الظنبوب 346، 434
ظهارة 299، 423
ظهارة عضلية 349، 429

(ع)

عائل 266، 343، 425
عاج 352، 422
عارض بالبلورات السائلة 90، 426
عاريات البذور 295، 425
عازل حراري 25، 103، 113، 426
عازل كهربائي 25، 228، 239، 426
عاشب (حيوان) 312، 332، 425
عالم الحيوان 435، 342
عالم الزلازل 182، 407، 432
عالم الفلك 168، 170، 171، 172، 173، 174
عامل إرجاع 81، 431
عانة 346، 430
عبّاد الشمس 86، 88، 426
عتلة 134، 136
عدد أفوغادرو 77، 409، 419
العدد الذري 12، 13، 28—29، 68، 115، 419
العدد الكتلي 12، 13، 29، 115، 427
عدسات 174، 220، 222—223، 224، 426
عدسات استقطابية 219
عدسة تكبير 222
عدسة جسمية 222، 428
عدسة مباعدة 220، 221، 422
عدسة مجمّعة 220، 221، 421
عدسة محدّبة 220، 371، 421
عدسة مقعّرة 220، 371، 421
عُدَيسة 257، 426
عراق الريشة 306
عرض النطاق 241، 419، 245
عَرَق 316، 357، 362، 369
عرق (ورقة) 260
عرق أوسط (الورقة) 260، 427
عرق جانبي 260
عروس (النبات) 270، 424
عزم 121، 427
عشب 260، 286، 290، 294
عشب بحري 49، 281
عصارة بنكرياسية 355
عصارة معدية 355، 424
عصارة هضمية 354، 355، 422
عصب 364، 366، 428
عصب بصري 370، 428
عصب حسّي 364
عصب سمعي 372، 419
عصب محرّك 364
عصبون 364، 428
عصبون ترابطي 364، 419
عصبون حركي 364، 428
عصبون حسّي 364، 432
عصر جليدي 179، 425
عصعص 346
عصيّات 370، 431
عضد 346، 425
عضلات 348—349
عضلات حشوية 349، 435
عضلات لا إرادية 348، 426
عضلات ناصبة للشعر 368، 425
عضلات هيكلية 348، 432
عضلات وربية 359، 426
عضلة أخمصيّة 348، 432
عضلة إرادية 348، 435
عضلة بطنية مستقيمة 348، 431
عضلة ثلاثية الرؤوس 348
عضلة ثنائية الرأس 348
عضلة جبهية 348، 424
عضلة خياطية 348، 432
عضلة دائرية 371، 420
عضلة رشيقة 348، 424
عضلة الساق 348، 424
عضلة شعاعية 371، 431
عضلة صدريّة 306، 429
عضلة ظنبوبية أمامية 348، 434
عضلة القلب 349، 420
عضلة متّسعة وحشية 348، 435
عضلة هدبيّة 370، 420
عضو 299، 377، 429
عضوا جاكوبسون 323، 426
عضو إفراغي 317، 362، 423
عضو تنفسي 314، 358—359، 431
عضو طبلي 320، 434
عضو كورتي 372، 429
عضو مجوّف 323، 430
عضو مستهدف 363
عضوي 357
عضويات أحادية الخلية 186
عضويّات معدّلة جينيا 385
عضوية 299، 429
عضية 250، 298، 429
عطارد (كوكب) 163، 164، 411
عُطاس 359
عطالة 122، 425
عظام 346—347
عظم 55، 306، 347، 419
عظم إسفنجي 347، 433
عظم ضام 347، 421
عظم طويل 346
عظم غير منتظم 346
عظم القصّ 346، 433
عظم قصير 346
عظم مسطّح 346
عظيمات 320
عفن 284، 428
عقدة 252، 428
عقدة لمفية 387، 427
العلاج بالإبر 390
علاج مثلي 390
علاقة تكافلية 285، 433
علامات موسيقية 209، 428
علامة تنبيه 318، 432
علجوم 328
علماء الجيولوجيا 179
علم البيئة 330—331، 422
علم الطيران 418
علم الفلزات 35، 427
علم الفلك 419
علم النبات 419
علم الوراثة 380—385، 424
على الشبكة 246، 428
عمر نصفي 115، 425
عملاق أحمر 159، 161
عملية فراش 54
عمود التجزئة 99، 424
عمود فقري 346، 435
عمى الألوان 370
عميل أكسدة 80، 87، 429
عميل إنكاز 87، 91، 421
عناصر 13، 24—33، 46، 50، 58، 66، 82، 115، 423
عناصر طبيعية 27
عنبيّة 274
عنق 376، 420
عنق (السن) 352
عوالق 98
عوالق حيوانية 435
عوالق نباتية 189، 430
عوالم 294، 341، 426
عوالم فرعية 341
عين السمكة 220

عين مركّبة 321، 421
عينية (عدسة) 222، 423
عيون 221، 321، 370–371

(غ)

غابات 186، 290
غابات شجيرية 290، 331
غابات مطيرة إستوائية 290، 331، 337
غابة صنوبرية 290، 331
غابة نفضية 290، 331
غاز 16، 19–23، 58، 79، 110، 112، 124، 128، 132، 133، 148، 149، 158، 173، 184، 185، 424
غازات خاملة 29، 62، 63، 428
غازات التكرير 99
غاز بركاني 23
غاز حيوي 108، 198، 419
غاز طبيعي 96، 98، 108
غازولين 99، 424
غاسبرا 172
غاغارين، يوري 176، 411
غاليليو، غاليلي 168، 174، 413
غالينا 38
غاليوم 29، 33
غانيميد 168
غبار التوازن 373، 429
غبار الطلع 16، 271، 272–273، 430
غدة 354، 363، 424
غدة دمعية 371، 426
غدد الثدي 327، 427
غدد جهاز الهضم 354، 355، 422
غدد زهمية 368، 432
الغدد الصمّ 363، 423
غدد عرقية 368، 369
غدد لعابية 354
غدد معدية 355
غدد المغثر 270، 428
غدفة 274، 434
غذاء 332–333، 356–357، 291
غذاء معدّل وراثياً 291
غذاء نباتي 264–267
غرافيت 25، 50، 51، 71، 83، 424
غرانيت 27، 180، 181، 191
غربرت 413
غرفة (القلب) 350
غرفة الصهارة 183، 427
غرواني 421
غشاء الخلية 250، 298، 420
غشاء نووي 298، 428
غضروف 301، 347، 420
غضون 355، 431
الغلاف الأوسط 185، 427
غلاف الكتروني 10–11، 14، 28، 68، 70، 71، 92، 432
غلاف أيوني 226
الغلاف الجوي 62، 65، 166، 174، 177، 184–185، 419
الغلاف الحجري 180، 426
الغلاف الحراري 185، 434
الغلاف الخارجي 185، 423
غلاف الذرات 68
الغلاف السفلي 185، 434
غلاف الضوء (الشمس) 162، 430
الغلاف الطبقي 185، 433
غلالة (في الفطريات) 284
غلفنة 39، 41، 424
غلوبال سورفيور 165
غلوكاغون 363، 424
غلوكوز 80، 81، 356، 360، 363، 388، 424
غليان 18
غليسرول 95، 424، 430
غليكوجين 356، 424
غمد العضلة 349، 423
غوّاصة 141، 223
غير مزوج (سائل) 59، 425
غيريّ التغذّي 332، 425
غيل 331

(ف)

فاراداي، مايكل 413
فانادات 27
فاناديوم 27، 28، 35، 37، 39
فايكنغ (مسبار الفضاء) 165، 411
فبرين 351، 423
فتحة تنفسية 315، 433
فتحة الكاميرا 224، 418
فترة الحمل 327، 424
فجوة الخلية الحيوانية 298، 310، 317، 435
فجوة الخلية النباتية 250، 263، 435
فجوة قلوصة 317، 421
فحم 46، 52، 53، 64، 107، 108، 198، 235
فحم بتيوميني 52، 53
فحم حجري 42، 52، 53
فحم حجريّ منشط 53
فحم الكوك 36
فخذ 346، 423
فرانكلين، بنجامين 413
فرانكلين، روزالند 413
فراولة 274
فرق الجهد 230، 430
فرمي، أنريكو 413
فرن السفع 36، 42، 44، 419
فرن القوس الكهربائي 37
فرن الميكروويف 213
فرنهايت، غابرييل 413
فسفات 27، 55، 75، 87، 89، 429
فسفات ثلاثي الصوديوم 55
فسفات الصوديوم 55
فسفرة 429
فسفور 12، 25، 27، 29، 55، 71، 89، 239، 357
فسفور أبيض 55، 435
فسفور أحمر 55، 431
فسفور أسود 55
فسفور متالق 429
فص 278
فصوص (الورقة) 259، 294
فصول 193
فصيلة 341، 423
فضاء 103، 125، 130، 149، 154، 411
فضة 27، 29، 30، 32، 35، 39، 42، 44، 45
فضلات مشعّة 198
فطر جذري 284، 428
فطور 94، 266، 284–285، 293، 294، 332، 334، 341، 424
فعل إرادي 365، 435
فعل انعكاسي 365، 431
فقاري 346، 435
فقاريات 187، 322، 435
فقاعات الصابون 94، 219
فقم (الحشرات) 311، 427
فك سفلي (الانسان) 346، 427
فكوك 311، 427
فلزات 24، 29، 30–45، 82، 88، 113، 427
فلزّات الأتربة النادرة 29، 32، 418
الفلزات الانتقالية 29، 33، 434
الفلزات الانتقالية الداخلية 29، 425
فلزات طرية 33، 430
فلزّات قلويّة 29، 32، 418
فلزات نبيلة 32، 42، 428
فلز افتدائي 41، 432
فلطية 230، 405، 435
فلقة 277، 421
فلكة 354، 423
فلكنة 54، 101، 435
فلور 25، 29، 48، 68، 71، 93، 96، 357
فلورة 215، 424
فلوروكربون 48
فلوريت 48، 407
فلوريدات 48، 353، 424
فليمنغ، الكسندر 389، 413
فواصل 312
فوبوس (قمر) 165
فوتون 430
فورد، هنري 413
فولاذ 34، 35، 36–37، 38، 39، 40، 41، 44، 55، 82، 232
فولاذ لا يصدأ 34، 35، 38، 39، 433
فولط 230، 405، 435
فولطا، السندرو 415
فوّهة 167، 169، 170، 172، 182، 183، 421
فوّهة (البركان) 182، 435
فوياجر (مسبار الفضاء) 168، 170، 411
فيتامينات 93، 357
فيثاغورس 415
فيرمونات 319، 326، 429
فيروبورد (لوح) 236، 435
فيروز 27، 55
فيروس 341، 386، 435
فيروس حاسوبي 7
فيزالوس، اندرياس 415
فيزياء فلكية 419
فيزيولوجيا 430
فيلارد، بول 415
فيلم إيجابي 225
فيلم حسّاس للضوء 224
فيلم سلبي 225، 428
فيلم فوتوغرافي 39، 45، 49، 225
فيلم موجب 225، 430
فينيرا (مسبار الفضاء) 165، 411

(ق)

قابس (كهربائي) 230
قابل للالتهاب 425
قادوس 328
قارات 179، 187، 410، 421
قارت 312، 428
قاعدة (الترانزستور) 237
قاعدة (علم الوراثة) 382، 419
قانصة 313، 424
قانون بويل 409
قانون تشارلز 409
قانون الحجوم (شارل) 409
قانون هوك 119، 121، 409
قحف 346، 421
قدر 160، 427
قدرة 108، 109، 137، 405، 430
قدرة شمسية 185، 198
قدرة كهرمائية 108، 425
قدرة هوائية 108، 185
قدر ظاهري 160، 418
قدر مطلق 160، 418
قرام 253
قرش (سمك) 301، 303، 312، 314، 323
قرص ثابت 241، 425
قرص مدمج 211، 219، 241، 421
قرص مرن 241، 242
قرمة 278، 421
قرنيّة 370، 421
قرون (نبات) 275، 276، 292، 426
قربية 373، 435
قزحية 370، 371، 426
قزم أبيض (نجم) 161
قسامة 300، 427
قسم (عالم النبات) 295
قشرة (الأرض) 26، 166، 180، 183، 421
قشرة خارجية (الارض) 180، 429
قشرة رخوية 302
قشرة قاريّة 180
قشرة الكلية 362
قشرة محيطية 180
قشرة المخ 367، 420
قصبات 315، 358، 419
قصبة 354
قصبة ثالثية 358، 434
قصبة ثانوية 358، 432
قصبة رئيسية 358
قصدير 28، 30، 33، 35، 39، 42، 43، 44، 82
قصر النظر 221، 371
قصيبات 215، 315، 358، 419، 434
قصيبة 315، 434
قضيب 326، 376، 429
قطار 234، 235
القطب الباحث عن الجنوب 232، 433
القطب الباحث عن الشمال 232، 428
القطب الجنوبي 179، 188
القطب الشمالي 179، 188
قطب كهربائي 230، 430
قطب مغنطيسي 232، 430
قطع 300، 434
قفص صدري 300، 434
قلب 350، 361
قُلب 254، 256، 419
قلب الأرض 180، 421
قلب الأرض الداخلي 180، 425
قلب الشمس 162، 421
قُلب فلّيني 257
قلبي 420
قُلفة 376، 424
قلم 271، 433
قلنسوة الجذر 253، 431
قلنسوة قطبية 171، 331
قلويّات 32، 78، 84، 86، 87، 94، 418
قمر (الأرض) 128، 130، 131، 163، 167، 176، 188، 214
قمر اصطناعي 174، 175، 177، 185، 226، 244، 432
قمع 304، 376، 425
قناة الأذن 372، 422
القناة الجامعة 362
قناة الجذر 352، 431
قناة الدمع 371، 426
قناة النطاف 376، 433
قناة هافرس 347، 425
قناة هضمية 354، 422
قنّب 391
قنبلة ذرية 116
قنبلة هيدروجينية 116، 425
قنطورس (نجم) 158
قنوات فولكمان 347، 435
قنوات هلالية 373، 432
قوارض 342
قواطع 312، 352، 420، 425
قوانين نيوتن للحركة 122، 409
قوة اتحادية 71، 421
قوة التلامس 118، 421
قوة جابذة 128، 129، 131، 420
قوة كهربائية 118، 228، 423
قوة محصّلة 120، 431
قوس انعكاسية 365، 431
قوس قزح 216
قوقعة 372، 420
قولون 355، 421
قوى 118–143، 424
قوى الدوران 121
قيمة طاقوية 360

(ك)

كاتيون (هابطة) 70، 82، 420
كاثود 82، 83، 420
كارلسون، شستر 412
كاروتين 261، 369، 420
كاسيات 270، 432
كاشف 86، 87، 425
كاشف شامل 86، 435
كافنديش، هنري 412
كالديرا 183، 419
كالوري 360، 419
كاليستو (قمر) 168
كاميرا 170، 176، 220، 224–225، 226
كاميرا بعدسة واحدة 224
كاميرا بولارويد 224
كاميرا تلفزيونية 225
كاميرا رقمية 224، 225

كاميرا سينمائية 225
كاميرا فيديو مسجّلة 225
كاو 85، 420
كباس 146، 148، 150، 430
كبد 317، 362، 355، 426
كبديّات 254، 282، 295، 426
كبريت 24، 25، 27، 29، 36، 52، 54، 66، 71،
77، 87، 89، 90، 101
كبريت أحادي الميل 54، 428
كبريت معيني 54، 431
كبريتات (سلفات) 27، 88، 433
كبريتات النحاس 78، 83، 89، 91
كبريتيد الزنك 39
كبل الليف البصري 227، 244، 245، 389،
423
كبلر، جوهانس 414
كبيبات 362، 424
كتف 346، 432
كتل برية 179
كتلة 17، 77، 122، 123، 130، 138، 404،
405، 427
كتلة حيوية 333، 419
كتلة ذرية نسبية 29، 431
كثافة 17، 72، 138، 139، 141، 405، 422
كثافة نسبية 139، 141، 431
كثير الأرجل 309، 428
كحول 94، 95، 111، 391، 418
كدميوم 29
كرات بوكي 51
كربلة 271، 420
كربون 12، 13، 15، 25، 27، 29، 35، 36، 37،
46، 48، 50—53، 69، 71، 81، 92—103،
115، 292، 334
كربونات 27، 76، 84، 88، 420
كربونات الزنك 27
كربونات الصوديوم 73، 88، 89، 91
كربونات الكلسيوم 32، 67، 73، 76، 78، 86،
كربونات النحاس 27
كربوني (دور) 186، 187
كربوهيدرات 264، 292، 356، 357، 419
كرز 274
كرسي الزهرة 270، 274، 431
كرش 313
كروم 28، 33، 34، 37، 38، 39، 82
كرومات 27
كريبتون 25، 29، 63، 184، 426
كريك، فرانسيس 382، 413
كريوليت 83
كساء الجسم 302—303
كسوف شمسي 162، 434
كُعبرة (عظم) 346، 431
كفاءة الطاقة 109
كلاب (فصيلة) 342
كلسيت 32، 90، 407
كلسيوم 26، 28، 30، 32، 38، 73، 88، 357
كلف شمسي 162، 433
كلفن 111، 405، 426
كلفن، لورد 414
كلور 19، 25، 29، 48، 66، 80، 89، 93، 100
كلورتيلين 100
كلوروفلوروكربون 93، 96، 185، 420
كلوروفيل 32، 250، 260، 261، 264، 284،
294، 420
كلوريد 66، 88، 420
كلوريد الصوديوم 48، 66، 70، 88، 89، 432
كلوريد المغنيزيوم 80
كلوريد النحاس 82
كلى 317، 362، 426
كلى أولية 317، 430
كليون 362، 428
كمبرليت 27
كمد 214، 428
كمية الحركة 123، 407، 427
كميّة عددية 119، 126، 432
كمية متجهية 119، 435
كنباث 282، 295، 425
كهرباء 24، 25، 30، 31، 51، 53، 108، 109،
117، 198، 210، 215، 228—231،
كهرباء سكونية 229، 433
كهرباء نظيرية 238، 244، 418
كهرل 82، 83، 231، 423
كهرلة (تحليل كهربائي) 38، 82—83، 423
كهرمغنطيسية 233، 423
كوارتز 27، 66، 90، 91، 407، 431
كوارك 10، 431
كواكب داخلية 164—166، 425
كوبرنيكوس 413
كوبرونيكل 39
كوبلت 28، 35
كوتش آدامز، جون 170
كوتين 255
كود ثنائي 211، 238، 241، 419
كوري، ماري 413
كوز (النبات) 275
كوكايين 391
كوكب 163، 164—171
الكوكب الأحمر 165، 431
الكوكب الحلقي 169، 431
كوكب خارجي 168—171، 429
كوكبة 160، 421
كوكريل، كريستوفر 412
كولستيرول 97، 356، 420
كون 154
كونيو، نيكولاس-جوزف 413
كوهوتك (مذنب) 173
كويكب 163، 168، 172—173، 419
كويكبات 172
كويكبة 160، 419
كويكب سيليسي (نمط S) 172
كويكب قريب من الأرض 173
كويكب معدني (نمط M) 172
كيتين 302، 420
كيراتين 303، 356، 368، 426
كيروسين 96، 99، 149، 426
كيس 327، 435
كيس التوازن 320، 433
كيس خيطي 310، 428
كيس المحّ 327
كيلوجول 109، 360، 426
كيلوكالوري 360، 426
كيمياء عضوية 92—97، 98—103
كُييس 373، 432

(ل)

لابة 182، 426
لاتكس 101، 426
لا حيوي 334، 418
لا ذوبانية 58، 88، 425
لاسعات 310، 342، 420
لا عضوي 357، 425
لا فقاريات 187، 322، 426
لا فلزات 24، 25، 29، 88، 428
لافوازييه، انطوان 414
لا مائي 91، 418
لامسات 311، 323، 429
لامسة 322، 434
لانثانيدات 29، 426
لب 362
لثة 352، 424
لحاء 254، 256، 262، 429
لحاء (الشجر) 255، 257
لحاء أوّلي 254، 430
لحاء ثانوي 256
لدائن 12، 97، 100—103، 430
لدائن حرارية 101، 434
لدائن حرارية التصلب 101، 103، 434
لدن 121، 430
لسان 375
لصوقات 281
لُعاب 354، 432
لغة توسيم النصوص التفاعلية 246، 425
لفائفي 355، 425
لقاح 387، 435
لقب نوعي 343، 433
لقمة 354، 419
لمبة 63، 230، 236، 409
لمس 322، 368
لمف 387، 427
لهب شمسي 162، 432
لوامس (مجسّات) 322
لوح أميركي شمالي 182
لوح باسيفيكي 182
لوح شمسي 109، 177، 198، 432
لوح فرعي (حاسوب) 239
لوح قاريّ 181
لوح محيطي 181
لوحة أم 239، 428
لوحة الدارة المطبوعة 236، 237، 430
لوزتان 375
لوفرييه، اوربان جان 170
لوفيلاس، ادا 414
لولب 135
لولب مزدوج 15، 382، 422
لومتر، جورج 414
لون 216—217
لونا (مسبار فضائي) 176، 411
لون أساسي 216، 217، 430
لونهوك، انتوني فان 414
لويحة 353، 430
ليثيوم 28
ليزر 51، 182، 215، 426
ليستر، جوزف 414
ليغازات 383
ليغنيت 52، 53، 426
ليف طبيعي 100، 101
ليف عصبي 364، 428
ليف عضلي 349، 428
ليف غذائي 355، 357، 422
ليف كربوني 52، 103
ليلي 321، 428
ليناوس، كارولوس 414
ليونة 361
لييف عضلي 349، 428

(م)

ماء 15، 16، 19، 20، 21، 46، 47، 60، 61،
66، 69، 72—75، 76، 83، 91، 94، 110،
125، 138، 139، 166، 184، 187، 188،
198، 216، 250—251، 252—253، 254—
255، 259، 262—263، 357
ماء البحر 49، 58، 59، 72، 74، 88، 89
ماء التبلّر 91، 435
ماء عسر 73، 88، 94، 425
ماء المطر 64، 65، 73، 79، 87
مائع 133، 424
مائع خلالي 351
مئبر 271، 418
مئفاق 223
مأمول الحياة 379
مائي 418
مادة قاعدية 84، 85، 86، 88، 89، 419
ماركوني، غوليالمو 226، 414
مارينر (مسبار فضائي) 165، 411
ماس 27، 50، 51، 71، 90، 407، 422
ماس أسود 51، 420
ماكسويل، جيمس كليرك 414
مالتوز 354
مايمان، ثيودور 414
مبدأ أرخميدس 138، 409
مبدأ برنولي 142، 409
مبدّل 234، 421
مبدّلات 234، 244، 409
مبرهنة فيثاغورس 409، 415
مبيدات حشرية 54، 55، 75، 291، 335، 425
مبيض 271، 272، 363، 376
متبادل المنفعة 343، 428
متباين الزيجوت 381، 425
متجانس الزيجوت 381، 425
متحوّر جينياً 384، 434
متدرّك حيوياً 419
متسلقو الجبال 185
متصفّح(انترنت) 7، 246، 419
متعدد الخلايا 300، 428
متعدد رباعي الفلوروايثين 48
متغاير 50، 54—55، 71، 418
متغيّر جائحي 159، 420
متغيّر كسوفي 159، 422
متفاعلات 76، 77، 78، 431
متقدّرات 298، 427
متن 255، 429
متوطّن 337، 423
مثانة 317، 362، 419
مثانة الملح 286
مثانة هوائية 281، 305، 418، 433
مثبتات 281
مثبّط (حفاز) 79، 425
مثعب 314، 432
مثعب زفيري 314
مثعب شهيقي 314
مجترّات 313، 432
مجتمع 197، 330، 421
مجتمع أوجي 330، 420
مجتمع رائد 330، 430
مجرّة 154، 155، 156—157، 174، 175، 424
مجرّة إهليلجية 156، 423
مجرّة حلزونية 156، 158، 433
مجرة حلزونية عصوية 156، 419
مجرّة دولاب العربة 156
مجرة السطوع السطحي 156، 427
مجرّة غير منتظمة 156، 426
مجرّة المراة المسلسلة 156
مجلدة 179، 190، 424
مجمّع (الترانزستور) 237
مجمّع شمسي 109، 432
مجموعة (الجدول الدوري) 28، 425
المجموعة المحلية (مجرات) 156، 426
مجهار 206، 210، 226، 409، 427
مجهر 222، 250
مجهر بصري مركّب 222، 421
مجهر ضوئي 222، 428
محافظ بومان 362، 419
محاليل مشبعة 73، 432
محرار 111
محرّك 141، 142، 146—151، 423
محرك الاحتراق الخارجي 146، 423
محرّك الاحتراق الداخلي 146—147، 150، 426
محرك بحث 395، 432
محرك بخاري 146، 433
محرك بمروحة توربينية 149، 434
محرك بنزيني 148، 150
محرّك توربيني غازي 149، 424
محرك توربيني نفاث 149، 434
محرك ديزل 148
محرك صاروخي 35، 47، 149
محرك صفري 235، 427
محرك عمود إدارة توربيني 149، 434
محرّك كهربائي 234، 423
محرك مروحي توربيني 149، 434
محرّك نفاث 35، 39، 142، 149، 426
محطات 198
محطة القاعدة 245، 419
محطة تكرير مياه 74، 435
محطة توليد طاقة 53، 107، 117، 147، 230،
235، 430
محطة الصرف الحسي 74، 432
محطة فرعية 230
محطة فضاء دولية 177، 411
محطة فضائية 177، 411، 433
محلول 58، 59، 60، 61، 73، 89، 432
محلول ملحي 89، 419
محمل كريات 125
محميّة طبيعية 336
محوار 364، 365، 374، 419
محوّل (الفرن) 37، 42
محوّل حفّازي 79، 147، 420
محيط 184، 188—189، 331، 410

مخ 366، 367، 374، 420
مخاريط 282
مخاض 377، 426
مخاط 358، 374، 375، 428
مخدّم 243، 246، 432
مخروط (البركان) 182
مخروط (عين) 370، 421
مخطط استشرابي 60، 420
مخطّط كهربائية الدماغ 367، 423
مخيخ 366، 420
مدّ أعلى 131، 189
مدار 163—171، 179، 428
مدار قمر 167، 189
مدار متزامن 175، 424
مد ربيعي 189، 433
مدرّج 302
مدقة 271، 430
مد محاقي 189، 428
مدن اكواخ 196
مد وجزر 131، 189
مذرق 313، 420
مذنّب 163، 170، 172، 173، 421
مذنّب هالي 173
مذيب 58، 73، 433
مرآة 174، 218، 220—221، 222—223
مرآة محدّبة 221، 421
مرآة مقعّرة 221، 421
مرارة 355، 424
مراصد كيك 174
مراعي 290
مراهقة 379، 418
مراوح 34، 136، 140، 141، 142، 149
مربط 230، 409، 434
مرتع بيئي 330، 422
مرتكز 121
مرجان 324، 337
مرسل 213
مرصد 174، 428
مرض 386—387
مركاتور، جيراردوس 414
مركب 140—141
مركّب 26، 58، 66—75
مركّبات تركيبية 93، 100—103
مركّبات الثمالة 99
مركّبات عضوية 52، 67، 92، 94—103، 429
مركّبات مشبعة 93، 96، 97، 432
مركّب أيوني 70، 73، 88
مركّبة فضائية 39، 103، 411
مركّب الصوت 209، 433
مركّب غير مشبع 93، 97، 435
مركز الثقل 131، 420
مركز سطحي (للزلزال) 182، 423
مركم 231، 418
مرونة 121، 422
مريء 354، 358، 425، 428
مريخ 19، 163، 164، 165، 172، 176، 411
مريكز 298، 420
مزج جمعي (الضوء) 216، 418
مزج مسقّط للألوان (طرحي) 217، 433
مزلق 51، 125، 427
مزوج (سائل) 59، 427
مزيج 58—61، 62—65، 427
مساحة 404—405، 408
مسار الملف (موقع الوب) 247، 424
مسافة 404، 405
مسام النواة 298، 428
مسبار الفضاء غاليليو 168، 172، 176، 411
مسبار الفضاء ماجلان 165
مسبار فضائي 165، 168، 170، 171، 172، 176، 177، 411، 433
مستحضرات تجميل 67
مستحلب 59، 423
مستضدّات 387، 418
مستعر 159، 428
مستعر فائق 161، 433
مستقبل 320، 364، 431
مستقبلات الألم 368

مستقبلات التمدّد 373، 433
مستقبلات اللمس 322، 434
مستقبل ضوئي 321، 430
مستقبل كيميائي 323، 374، 420
مستقيم 355، 431
مستنسخ 324، 385
مستنشق 391
مستنقع 187
مستنقع ملحي 286
مستهلك 332، 421
مستهلك أولي 332، 430
مستهلك ثانوي 332
مستوى التغذي 332، 434
مستوى مائل 135، 136
مستوى التفلّق 90، 420
مسجلة كسيتات 210
مسرع الجسيمات 43، 429
مسرّع حلقي 12
مسمّ 369، 430
مسمّ ذوقي 375
مسمّ كلوي 317، 428
مسنّن 312، 422
مسنّنات 135
مسوّط 304، 424
مسيق (حاسوب) 242، 422
مشاكهة 318، 427
مشبك عصبي 365، 433
المشتري 163، 168، 169، 172، 176، 411
مشرة 282
مشطورة 281، 422
مشعّرة 304
مشيجة 284، 428
مشيمة 327، 377، 430
مصادر الطاقة البديلة 185
مصراع (كاميرا) 224، 432
مصرّة 362
مِصْفار 319، 434
مضادّة (عضلة) 348، 418
مضادّ حيوي 389، 418
مضخة نفاثة 145
مضغة بشرية 377، 423
مضغة حيوانية 326
مطاط 101، 124
مطر حمضي 64، 65، 86، 108، 418
المطرقة 372، 427
مطهّر 418
مطياف كتلي 12، 427
مطيلية 30، 422
مظلات 177
معادلة 77، 423
معادلة كيميائية 77
معادن 26—27، 73، 90، 199، 253، 260، 262، 357، 407، 427
معادن شحيحة 357
معالجة بالاشعة 115، 431
معالجة جينية 385، 424
معالج صغري 241، 427
معدة 355
معدل الاستقلاب 360، 427
معدّل الانقراض الطبيعي 336، 419
معقّد غولجي 298، 424
معلاق 261، 429
معلّقات 58، 61، 433
معمّرات عشبية 288، 425
معى دقيق 355، 432
معى غليظ 354، 355، 426
معين المدى (تلسكوب) 223
معيّن المنظر (الكاميرا) 224، 435
مغذّيات 356، 428
مغلّفات الأبواغ 282
مغنتيت 36
مغنطرون 213
مغنطيس 232—233، 427
مغنطيس دائم 232، 429
مغنطيس كهربائي 44، 210، 233، 234، 423
مغنطيس مؤقت 232، 434
مغنطيسي 232، 427

مغنطيسية 30، 45، 118، 232—235، 427
مغنيزيوم 28، 30، 32، 35، 38، 41، 68، 73، 78، 80، 88
مفاتيح وظيفية 240، 424
مفاصل 347، 426
مفاصل انزلاقية 347، 424
مفاعل الماء المضغوط 117، 430
مفاعل نووي 38، 117، 428
مفتات 310، 431
مفراس التصوير بالرنين المغنطيسي 388، 428
مفراس تصوير مقطعي محوسب 388، 421
مفصل انزلاقي 347
مفصل بكري 347، 425
مفصل زليلي 347، 433
مفصل صائري 347، 430
مفصل كرويّ 347، 419
مفصليّات الأرجل 187، 317، 342، 419
مفعول كوريوليس 192
مفكّكات 332، 421
مقاوم 236، 237، 409
مقاومة (قوة) 128
مقاومة السحب 125، 142، 422
مقاومة كهربائية 236، 405، 431
مقاومة متغيرة 237، 431
مقاومة المرض 387
مقاومة هوائية 125، 142، 418
مقاوم حراري 237، 409، 434
مقاوم متغيّر 237، 409، 435
مقبس (كهربائي) 230
مقدرة 361
مقياس بوفور 406
مقياس (سُلم) درجة الحرارة 111، 404
مقياس الرطوبة 17، 425
مقياس ريختر 407
مقياس الزلازل 407
مقياس فرنهايت 111، 405، 423
مكامن النفط والغاز 98
مكبح 124، 133، 151
مكبّر القوة 134، 424
مكتنز 263
مكثّف (كهربائي) 237، 409، 419
مكوك الفضاء 24، 125، 176، 185، 411، 433
مكونات الكترونية 236—239، 423
مكوّنات كهربائية 230
ملاح فضائي 103، 130، 176، 177
ملاط (السن) 352
ملاكيت 27، 88
ملانين 213، 369، 427
ملبيغي، مارسيلو 414
ملتحمة 370، 421
ملح بحري 89
ملح صخري 27، 89، 431
ملح الطعام 48، 66، 67، 70، 88، 89، 432
ملحي 286، 432
ملغم السنّ 33، 422
مليبار 132، 427
مُمْرض 386، 429
ممصّات 266، 425
مميّه 91، 425
مناخ 179، 187، 194، 198، 290، 339، 420
مناخ بحري 195
مناخ جبلي 195
مناخ ساحلي 195
مناخ صحراوي 194، 422
مناخ قاريّ 194
مناخ قطبي 194، 430
مناخ متوسطي 194
مناخ محلي 194، 427
مناخ مداري 194، 434
مناخ معتدل 194، 434
مناعة 387
مناعة فاعلة 387، 418
مناعة لا فاعلة 387، 429
منبع (النهر) 190
منبّه 268، 433
منتج 332، 430
مندل، غريغور 414

مندليف، ديمتري 414
منساب مائي 140، 425
منساب هوائي 142، 418
منشور 216، 223، 430
منصّة 222
منصّة نفط 98
منصهر 180
منظار داخلي 389، 423
منظّف 75، 87، 94، 95، 422
منظم حراري 110، 434
منظومة الأسنان 353، 422
منظومة ثنائية 343، 419
منظومة شمسية 154، 156، 157، 163، 173، 176، 432
منظومة هيكلية 299،، 346
منع الحمل 377، 421
منغنيز 28، 34، 35
منفصل الجنس 271، 422
منقار 311
منيّ 376، 432
مهاد 366، 434
مهبل 376، 435
مواد مركّبة 103، 421
موازنات 320، 425
مواصلات نهرية 191
مواكل 343، 421
موجات 202—205، 212—213، 214—215
موجات دماغية 367، 419
موجات زلزالية 182، 432
موجات مترابطة 215، 421
موجة ألفا 367
موجة بيتا 367
موجة تيتا 367
موجة حاملة 226، 420
موجة دلتا 367
موجة راديوية 203، 213، 226، 244، 431
موجة ساقطة 204، 425
موجة صغرية 213، 427
موجة صوتية 206—207، 320، 372، 433
موجة طولية 203، 206، 427
موجة كهرمغنطيسية 113، 114، 202، 212—213، 214—215، 218—219، 423
موجة مستعرضة 203، 212، 214، 434
موجة منعكسة 204، 207
موجة منكسرة 205
موجة ميكانيكية 202—203، 427
موجّه (حاسوب) 246، 431
موحود 100، 428
مودم 245، 427
مورس، صامويل 414
موسم النموّ 288، 425
موصّلات 113، 228، 239، 421
موطن 187، 290، 330، 337، 425
موطن حيوي 290، 331، 419
موفر خدمة الانترنت 7، 246، 426
موقع وب 6—7، 246—247، 394—395
مول 77، 427
مولد 107، 108، 235، 424
مولد الزهر 269، 424
مولد الفلين 257، 429
مولي 312، 352، 427
ميادأة (تدليك) الأعصاب 390
ميتان 15، 47، 92، 93، 96، 178، 184، 427
ميتنر، ليز 414
ميدان المستوى الأعلى 247، 434
ميدان المغنطيس 232، 422
مير (محطة الفضاء) 177، 411
ميرا 159
ميراندا 170
ميزان نابضي 119، 433
ميسم 271، 433
ميغاهرتز 241
ميكروفون 210، 409، 427
ميلامين 101
ميماس (قمر) 169
ميموزا 269
مينا 352، 423

ميوزين 349

(ن)

ناب 312، 352، 419
ناسخة 229
نافذة بيضوية 372، 429
ناقل عصبي 365، 428
نبات إبريقي 267
نباتات جفافية 286، 435
نباتات خشبية 256
نباتات زهرية 270، 295، 418
نباتات صخرية 287، 426
نباتات لاحمة 267، 269
نباتات لا زهرية 282–283
نباتات لا وعائية 295
نباتات مائية 280، 425
نباتات محايدة للنهار 269
نباتات مزهرة 187، 270–281
نباتات معمّرة 288، 435
نباتات مغمورة 280، 433
نباتات ملحية 286، 425
نباتات وعائية 254–255، 295
نبات بوغي 283، 433
نبات حامل للبذور 187
نبات الرفليزية 266
نبات رمّي 266، 285، 432
نبات زائل 289
نبات ساحلي 286
نبات صحراوي 286
نبات صخري 287
نبات عروسي 283، 424
نبات الليل الطويل 269
نبات الليل القصير 269
نبات مائي 280–281
نبات محايد لليل 269
نبات معمّر 288، 429
نبات هوائي 266، 423
نبتة بارزة 280، 423
نبتون 170–171، 411
نبضة عصبية 365، 374، 428
نبيبات ملبيغي 317، 427
نتح 262، 263، 292، 434
نترات 27، 64، 88، 89، 291، 292، 334، 428
نترات الفضة 225
نتروجين 15، 25، 27، 29، 47، 52، 62، 64، 68، 147، 166، 184، 292، 334، 428
نجم ثنائي 159، 419
نجم الصباح 164، 428
نجم عملاق 159، 161، 424
نجم عملاق أحمر 161
نجم عملاق غازي 168
نجم فوق عملاق 159، 161، 433
نجم قزم 159، 161، 422
نجم متغيّر 159، 435
نجم متغير نابض 159، 431
نجم المساء 164، 423
نجم نابض 161، 431
نجم نيوتروني 161، 428
نجوم 46، 154، 156، 158، 162، 223، 433
نحاس 29، 30، 31، 32، 33، 34، 35، 38، 40، 42، 44، 78، 80، 83، 230، 244
نحاس أصفر 34، 35، 38، 39، 82
ندى 284، 427
نزع الغازات 184، 429
نسبة القوى 134، 424
نسبية 431
نسخ الخلية 250، 420
نسيج (نباتي) 254، 430
نسيج أدمي 251، 255
نسيج أرضي 251
نسيج ثانوي 256
نسيج حشوي (نبات) 255، 421
نسيج حيواني 299، 377، 434
نسيج الخشب 254، 256، 262، 435
نسيج خشبي أوّلي 254، 430
نسيج خشبي ثانوي 256
نسيج ضام 255، 421
نسيج عضلي أملس 349، 432
نسيج عضلي مخطط 349، 433
نسيج قسوم 252، 427
نسيج قسوم قمّي 252، 418
نسيج نباتي 251، 252، 254–255، 434
نسيج وسطي 260، 427
نسيج وعائي 251، 252، 254–255، 260، 262، 281، 282، 283، 295
نسيم البحر 111
نشاء 46، 100، 264، 354، 356، 433
نشاط إشعاعي 38، 39، 49، 114–115، 116–117، 198، 431
نشوة (شطح) 391
نصف الكرة الجنوبي 193، 433
نصف الكرة الشمالي 193، 428
نصف الكرة المخية 367، 420
نضح 263، 425
نطّاط 238، 424
نطاف 326، 376، 433
نطاق (في المحيطات) 189
نطاق الإستطالة 253، 435
نطاق الإشعاع (الشمس) 162، 431
نطاق الاندساس 181، 183، 433
نطاق الانسياب 180، 181، 419
نطاق الحمل (شمس) 162، 421
نطاق الشفق 189، 434
نطاق غوري 189، 418
نطاق مشمس 189، 433
نطاق معتم 189، 433
نظام امبراطوري 404
نظام بيئي 290، 330، 337، 422
نظام التشغيل 240، 428
نظام التعليق (مركبات) 151، 433
نظام عشري 404
نظام غذائي 356–357
نظام متري 404
نظرية الانتقاء الطبيعي 339، 434
نظرية التباطؤ 155، 432
نظرية التطور 338، 434
النظرية الحركية 16، 426
النظرية الذريّة 13
النظرية الكم 431
نظرية الكون المتذبذب 155، 429
النظرية النسبية الخاصة 433
النظرية النسبية العامة 424
نظير 13، 49، 426
نظير مشعّ 431
نُعَيم 161
نفّاث 35، 38، 96، 127، 143، 144، 149، 185
نفايات 260، 350
نفط خام 96، 98–99، 100، 421
نفوذ 190، 429
نقرة 272، 427
نقطتا التكافؤ 265، 421
نقطة الارتكاز 121، 134، 136، 424
نقطة الانصهار 18، 19، 69، 70، 427
نقطة البخار 111، 433
نقطة التجمد 111، 425
نقطة تجمّد الماء 72
نقطة الغليان 18، 19، 69، 70، 72، 419
نقطة النموّ (في جذر) 253
نقي العظم 347
نقي العظم الأصفر 347
نقي عظمي أحمر 347
نماذج الحيز الممتلىء 15، 432
نمش 369
نمط طيفي (نجمي) 160، 433
نموّ بشري 378–379
نموّ نباتي 252، 256–257
نموذج السحابة الالكترونية 11، 423
نموذج كرويّ برمقيّ 15، 419
نوابض 195
نواة (الذرة) 10، 11–13، 114، 115، 116، 117، 228، 428
نواة (المذنب) 173، 428
نواة (الملف) 233، 421
نواة (بُرّة) 275، 426
نواة (خلية حيوانية) 298، 299، 428
نواة (خلية نباتية) 250، 251، 254، 294، 428
نواتج 76، 77، 78، 430
نوبل، الفرد 414
نوع 341، 342، 433
نوع فرعي 433
نوعي الفعل (حفّاز) 79
نوم 367
نوم الريم 367، 431
نوم اللا ريم 367، 428
نويّة 298، 428
نويدة 382، 428
نيبكوف، بول 414
نيربيد (قمر) 171
نيزك 173، 427
نيكل 29، 30، 33، 34، 35، 38، 180
نيكوتين 391
نيلون 100، 101، 103
نيوبيوم 28
نيوترون 10، 11–13، 114، 115، 116، 117، 228، 428
نيوتن (وحدة) 119، 137، 405، 428
نيوتن، اسحق 119، 122، 216، 414
نيوتن متر 121، 428
نيوكومن، توماس 146، 414
نيون 25، 29، 63، 184، 215، 428

(هـ)

هابر (عملية) 47، 425
هابر، فريتز 47
هابل، ادوين 414
هاتف 175، 227، 244–245
هاتف نقّال 245، 247
هارفي، وليام 413
هاسيوم 28
هافنيوم 28
هال بوب (مذنّب) 172
هالوجينات 27، 29، 48–49، 425
هالي، ادموند 413
هاليت 27، 89، 91، 425
هاليدات 27، 425
هان، أوتو 413
الهبوط على القمر 176
هجرة 323، 329، 427
هجرة مدينية 196، 435
هجوع 329، 422
هجين 384، 425
هدبيّة 304، 420
هدرجة 97، 425
هرتز 203، 206، 209، 425
هرتز، هنريخ 203، 414
هرشل، كارولين 413
هرشل، وليام 170، 413
هرم الأرقام 332
هرم الكتلة الحيوية 333
هرمونات 362، 363، 425
هرمونات مضادة 363، 418
هضم 79، 313، 354–355
هُلب 304، 322، 420، 432
هليوم 25، 29، 46، 51، 63، 114، 139، 154، 162، 184، 425
هندسة وراثية 383، 424
هوائي 62–65، 113، 125، 132، 133، 138، 139، 142، 149، 192، 193، 358
هوائي (لاقط) 322، 418
هوك، روبرت 414
هوكنغ، ستيفن 413
هيباركوس (قمر) 175
هيدرة 324
هيدروجين 14، 15، 24، 25، 28، 32، 46–47، 52، 64، 68، 69، 72، 73، 75، 80، 81، 83، 84، 85، 86، 88، 92، 93، 94، 96، 97، 98، 100، 154، 161، 178، 184
هيدروكربونات 79، 92، 96، 97، 98، 425
هيدروكربونات الكلسيوم 73
هيدروكسيد الأمونيوم 85
هيدروكسيد الصوديوم 85، 88، 89، 94
هيدروكسيد الكلسيوم 86
هيدروكسيد المغنيزيوم 85
هيدروكسيل (مجموعة) 94، 425
هيروين 391
هيغنز، كريستيان 414
هيكل الأطراف 346، 418
هيكل الجسم 300–301
هيكل خارجي 301، 302، 423
هيكل داخلي 301، 423
هيكل عظمي 301، 346–347، 432
هيكل مائي 301، 425
هيكل محوري 346، 419
هيلونوموس 187
هيماتيت 27، 36، 38، 199
هيموغلوبين 351، 425

(و)

واد خسفي 182، 431
واط (وحدة) 109، 137، 405، 435
واط، جايمس 137، 146، 415
واطسون، جايمس 382، 415
وتر 348، 409، 425، 434
وثب 309
وحدات دولية 405، 432
وحدة 177
وحدة المعالجة المركزية 239، 241، 420
وحيدة 387، 428
وراثة 425
ورد الشمس 267
وردية 259، 431
ورديّة قاعدية 259
ورقة حلزونية 259
ورقة راحية 258، 429
ورقة سرخسية 281، 283
وريد (وعاء دموي) 351، 435
وريد أجوف سفلي 350، 425
وريد أجوف علوي 350، 433
وريد رئوي 350، 431
وريد كلوي 317، 362، 431
وريقات ريشية 258
وريقة 258، 426
وزن 17، 130، 134، 135، 138، 139، 435
وسط 202، 204–205
وشاح 180، 181، 427
وشيعة 233، 432
وصاد 314، 428
وطاء 366، 425
وعاء (نبات) 254، 257، 435
وقفة 309، 433
وقود 46، 47، 64، 80، 96، 98، 106، 108، 198، 199
وقود أحفوري 46، 52، 54، 64، 98، 108، 198، 424
وقود الحرق 63، 64، 185، 335
وقود الديزل 99، 422
وقود غير متجدد 108، 428
وكالة الفضاء الأميركية 171، 175، 176
وكالة الفضاء الأوروبية 175
ولود 327، 435
ويتل، فرانك 415
ويغنر، الفرد 415
ويلكنز، موريس 415

(ي)

يال، لينوس 415
يرقات 328، 426
يصفور 261، 435
يعسوب 307
يود 25، 29، 48، 49، 70، 357
يورانيوم 28، 38، 39، 115، 117
يوريا (بولة) 317، 435
يوغا 390
يوم (كوكبي) 163